



**ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD ÓSEA EN ESCOLARES ENTRE LOS 8 Y 16
AÑOS DE LA CIUDAD DE CARTAGO VALLE**

TESISTAS

Ft. Esp. ALEJANDRO GÓMEZ RODAS

Lic. JESSICA ALEJANDRA RESTREPO QUINTERO

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES

FACULTAD DE SALUD

GRUPO DE INVESTIGACIÓN CUERPO MOVIMIENTO

MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE COHORTE

MANIZALES

2019

**ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD ÓSEA EN ESCOLARES ENTRE LOS 8 Y 16
AÑOS DE LA CIUDAD DE CARTAGO VALLE**

**Ft. Esp. ALEJANDRO GÓMEZ RODAS
Lic. JESSICA ALEJANDRA RESTREPO QUINTERO**

**Informe final de investigación para optar al título de Magíster en Actividad Física y
Deporte**

**Directores
Dr. JOSE ARMANDO VIDARTE CLAROS
Dra. CONSUELO VELEZ ALVAREZ**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES
FACULTAD DE SALUD
MAESTRÍA EN ACTIVIDAD FÍSICA Y DEPORTE COHORTE
MANIZALES
2019**

DEDICATORIA

A nuestras familias, por acompañarnos en este camino de formación, estando siempre presentes, siendo faros en los momentos de oscuridad y soporte en la debilidad. Son nuestros más profundos motivos para luchar y remar en busca de la tan anhelada felicidad.

A Dios por llevarnos en sus brazos sin darnos cuenta y suscitar en nuestra voluntad el deseo de crecer y ser mejores.

AGRADECIMIENTOS

Sinceros agradecimientos a nuestros formadores, cada uno de ellos ha aportado un grano de arena para ser profesionales cada vez más completos e íntegros.

A la Universidad Autónoma de Manizales por su acogida y el esfuerzo realizado para aportar espacios y esfuerzos administrativos que han permitido el desarrollo a cabalidad de nuevas competencias, promoviendo nuestro desarrollo intelectual y humano.

A la Maestría en Actividad Física y Deporte que dispuso siempre los mejores docentes en las áreas de estudio abordadas en este proceso formativo, propiciando el crecimiento y desarrollo de sus estudiantes.

A todas las instituciones educativas del municipio de Cartago y a la Secretaría de Educación Municipal, sin su apoyo y disposición permanente para posibilitar el desarrollo de la investigación, hubiera sido imposible llevar a buen puerto el presente proyecto investigativo.

Finalmente, a los docentes José Armando Vidarte Claros, Consuelo Vélez Álvarez y José Hernán Parra Sánchez por su colaboración y apoyo permanentes en nuestro crecimiento académico.

RESUMEN

Introducción: La densidad mineral ósea (DMO) es una variable específica relacionada con la salud ósea tanto en niños como adolescentes cuyo valor en estas edades sirve como indicador de la reserva mineral ósea. La determinación de sus valores requiere una instrumentación costosa no aplicable en contextos poblacionales. Su predicción mediante técnicas antropométricas sería de bajo costo y sencilla de emplear tanto en ambientes clínicos y no clínicos. La salud ósea ha sido ligada a la práctica de actividad física y el ejercicio físico, por tanto, esta investigación pretendió determinar los niveles de actividad física y las variables predictoras de la densidad mineral ósea en escolares cartagüenses.

Materiales y métodos: Se estudió una muestra aleatoria de 331 escolares entre los 8 y 16 años (165 sexo masculino y 166 sexo femenino) de la ciudad de Cartago (Valle). Se examinaron variables sociodemográficas correspondientes a edad (E), sexo (S), estrato socioeconómico y pertenencia al sector educativo público o privado, antecedentes clínicos, al igual que el nivel de actividad física utilizando el cuestionario PAQ-C, cálculo del índice de masa corporal, altura sedente (AS), longitud de antebrazo derecho (LAD), diámetro del fémur (DF) y la DMO determinadas por método antropométrico según lineamientos ISAK. Las variables antropométricas y sociodemográficas fueron posteriormente comparadas con la DMO como valor de referencia.

Resultados: El 68,9% de los escolares pertenecía a los estratos socioeconómicos 2 y 3 y un 64% al sector educativo oficial. La prevalencia de inactividad física fue del 57,4% y de sobrepeso y obesidad de 8,2%. Se evidenció una asociación estadísticamente significativa entre el estrato socioeconómico y el nivel de actividad física (Ji cuadrado = 11,142; $p < 0,05$) y entre el sexo y el nivel de actividad física (Ji cuadrado = 9,294; $p < 0,05$). La regresión lineal múltiple para predicción de DMO arrojó la ecuación: $DMO = -0,224 + (-0,86 * \text{Sexo}) + (0,015 * \text{Edad}) + (0,005 * \text{Altura Sedente}) + 0,012 * \text{Longitud Antebrazo Derecho} + (0,034 * \text{Diámetro Biepicondilar Femoral})$. El coeficiente de determinación ajustado (r^2) fue de 0,955 ($p < 0,001$).

Conclusiones: Los escolares cartagüesños tienen niveles de inactividad física similares a los encontrados en otros países de Latinoamérica con baja prevalencia de sobrepeso y obesidad. Aunque no se encontró relación entre la actividad física y la DMO, la determinación de la DMO en escolares cartagüesños puede ser pronosticada por mediciones antropométricas simples, requiriendo validación cruzada posterior con distintos modelos con otras poblaciones.

Palabras clave: Actividad física, antropometría, densidad mineral ósea

ABSTRACT

Introduction: Bone mineral density (BMD) is a specific variable related to bone health in both children and adolescents whose value at these ages serves as an indicator of bone mineral reserve. The determination of their values requires expensive instrumentation not applicable in population contexts. His prediction using anthropometric techniques would be low cost and simple to use in both clinical and non-clinical settings. Bone health has been linked to the practice of physical activity and physical exercise, therefore, this research aimed to determine the levels of physical activity and predictive variables of bone mineral density in schoolchildren in the city of Cartago.

Materials and methods: A random sample of 331 schoolchildren between the ages of 8 and 16 (165 male and 166 female) from the city of Cartago (Valle) was studied. The sociodemographic variables corresponding to age (E), sex (S), socioeconomic status, belonging to the public or private education sector, clinical history, as well as the level of physical activity using the PAQ-C questionnaire, body mass index, seated height (AS), right forearm length (LAD), femur diameter (DF) and BMD determined by anthropometric method according to ISAK guidelines were examined. The anthropometric and sociodemographic variables were subsequently compared with the BMD as a reference value.

Results: 68.9% of schoolchildren belonged to socioeconomic level 2 and 3 and 64% to the official education sector. The prevalence of physical inactivity was 57.4% and overweight and obesity was 8.2%. There was a statistically significant association between the socioeconomic level and the level of physical activity (Ji square = 11,142; $p < 0.05$) and between sex and the level of physical activity (Ji square = 9,294; $p < 0.05$). Multiple linear regression for BMD prediction yielded the equation: $BMD = -0.224 + (-0.86 * Sex) + (0.015 * Age) + (0.005 * Sedent Height) + 0.012 * Right Forearm Length) + (0.034 * Biepicondilar femoral diameter)$. The adjusted coefficient of determination (r^2) was 0.955 ($p < 0.001$).

Conclusions: The schoolchildren in the city of Cartago have levels of physical inactivity similar to those found in other Latin American countries with a low prevalence of overweight

and obesity. Although no relationship was found between physical activity and BMD, the determination of BMD in schoolchildren in the city of Cartago can be predicted by simple anthropometric measurements, requiring subsequent cross-validation with different models with other populations.

Keywords: Physical activity, anthropometry, bone mineral density

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTOS.....	IV
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XII
PRESENTACIÓN.....	XIV
1 RESUMEN EJECUTIVO	15
2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	16
2.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación y su justificación en términos de necesidad y pertinencia.....	16
2.2 Pregunta de investigación	20
3 JUSTIFICACIÓN	21
3.1 Factibilidad del Proyecto	23
4 OBJETIVOS.....	25
4.1 Objetivo general.....	25
4.2 Objetivos específicos	25
5 REFERENTE TEÓRICO	26
5.1 Salud ósea en niños y adolescentes.....	26
5.2 Densidad mineral ósea	27
5.2.1 Densitometría Ósea.....	28
5.3 Antropometría.....	31
5.4 La actividad física y su relación con la densidad mineral ósea	32
6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	36
7 ESTRATEGIA METODOLÓGICA	41
7.1 Tipo de estudio.....	41
7.2 Población	41

7.3	Muestra	41
7.3.1	Criterios De Inclusión.....	43
7.3.2	Criterios De Exclusión	43
7.4	Técnicas e instrumentos	43
7.5	Procedimiento	47
8	RESULTADOS	49
8.1	Análisis univariado	49
8.2	Análisis bivariado	59
8.3	Modelo predictivo de salud ósea en escolares de la ciudad de Cartago	68
9	DISCUSIÓN.....	75
10	CONCLUSIONES.....	87
11	RECOMENDACIONES	89
12	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Resumen ejecutivo.....	15
Tabla 2 Operacionalización de variables.....	36
Tabla 3 Variables asumidas para el muestreo	42
Tabla 4 Distribución de la muestra según variables sociodemográficas	49
Tabla 5 Distribución de la muestra según antecedentes clínicos y uso de medicamentos ...	52
Tabla 6 Distribución de la muestra según nivel de actividad física e índice de masa corporal	53
Tabla 7 Distribución de la muestra de escolares según sexo y edad frente acorde al nivel de actividad física.....	54
Tabla 8 Descriptivos de variables antropométricas de la muestra de escolares	55
Tabla 9 Descriptivos de variables antropométricas de la muestra de escolares de acuerdo al sexo.....	56
Tabla 10 Descriptivos de variables antropométricas de la muestra de escolares de acuerdo a la edad.....	57
Tabla 11 Descriptivos de la velocidad pico de crecimiento y densidad mineral ósea de acuerdo al sexo y la edad de la muestra de escolares	58
Tabla 12 Resumen de la asociación entre el nivel de actividad física y variables sociodemográficas.	60
Tabla 13 Pruebas de normalidad de la densidad mineral ósea.	61
Tabla 14 Relación de la densidad mineral ósea con las variables de estudio.....	63
Tabla 15 Prueba de normalidad de las variables cuantitativas de la muestra de escolares ..	66
Tabla 16 Correlación entre la densidad mineral ósea con las variables de estudio.....	67
Tabla 17 Primer modelo de regresión lineal múltiple para predicción de DMO	68
Tabla 18 Segundo modelo de regresión lineal múltiple para predicción de DMO	71
Tabla 19 Modelo final de regresión lineal múltiple para predicción de la DMO.....	72

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento y asentimiento informado de participación en investigación ...	107
Anexo 2. Instrumento de recolección de información.....	111
Anexo 3. Tablas complementarias.	116

PRESENTACIÓN

El presente informe investigativo constituye la tesis de grado para optar al título de maestría en actividad física y deporte de la Universidad Autónoma de Manizales. El producto investigativo se encuentra vinculado al grupo de investigación cuerpo y movimiento clasificado como A1 según la última categorización de grupos de investigación de Colciencias (Colombia) en 2018. El proyecto de investigación fue desarrollado en el período comprendido entre enero de 2018 y agosto de 2019.

La investigación presenta los niveles de actividad física y las variables predictoras de salud ósea en escolares de la ciudad de Cartago (Valle), centro poblacional vinculado al estudio multicéntrico del mismo nombre. La muestra se constituyó de manera aleatoria por un total de 331 escolares entre los 8 a 16 años de edad, de los cuales 165 pertenecieron al sexo masculino y 166 al sexo femenino con distribución acorde al sector escolar oficial y privado.

Se establecieron los niveles de actividad física mediante el cuestionario de autorreporte PAQ-C, instrumento diseñado y validado para la determinación del nivel de actividad física en niños y adolescentes. El peso y la talla permitieron el cálculo del índice de masa corporal y la posterior determinación cualitativa de categorías de bajo, normal, sobrepeso y obesidad según criterios de la Organización Mundial de la Salud. La densidad mineral ósea se calculó mediante método antropométrico y posteriormente se estableció su relación con variables sociodemográficas y antropométricas para ingresarlas posteriormente a modelado de regresión lineal múltiple para intentar predecir la densidad mineral ósea en escolares cartagüenses por mediciones antropométricas simples.

Se encontró una prevalencia de inactividad física del 57,4% y de sobrepeso y obesidad de 8,2%. Se evidenció también una asociación estadísticamente significativa entre el estrato socioeconómico y el nivel de actividad física, evidenciándose que los estratos bajos mostraban una tendencia a la inactividad física. También se encontró una asociación estadísticamente significativa entre sexo y el nivel de actividad, sugiriendo los datos que el sexo masculino era mucho más activo físicamente que el sexo femenino. El modelo de

regresión lineal aplicado arrojó como variables predictoras de la salud ósea la edad, la altura sedente, la longitud del antebrazo, el diámetro del fémur y el sexo.

1 RESUMEN EJECUTIVO

Tabla 1. Resumen ejecutivo

Título: ACTIVIDAD FÍSICA Y SALUD ÓSEA EN ESCOLARES ENTRE LOS 8 Y 16 AÑOS DE LA CIUDAD DE CARTAGO VALLE			
Investigadores Principales: Alejandro Gómez Rodas y Jessica Alejandra Restrepo Quintero			
Total de Investigadores: 2			
Nombre del Grupo de Investigación: Cuerpo Movimiento (UAM) Colciencias Clasificación A			
Línea de Investigación: Actividad Física y Deporte			
Entidad: Universidad Autónoma de Manizales			
Representante Legal: Gabriel Cadena	Cédula de ciudadanía:	De:	
Dirección: Antigua Estación del Ferrocarril	Teléfono (68)8727272	Fax(68) 810'290	
Nit: 890805051-0	E-mail: uam@autonoma.edu.co		
Ciudad: Manizales	Departamento: Caldas		
Sede de la Entidad: Antigua estación del ferrocarril Manizales			
Tipo de Entidad: Educativa UAM			
Universidad Pública:	Universidad Privada: <input checked="" type="checkbox"/>	Entidad Pública:	ONG:
Lugar de Ejecución del Proyecto: Cartago			
Ciudad: Cartago	Departamento: Valle		
Duración del Proyecto (en meses): 24 meses			
Costo Total del Proyecto: \$ 25.000.000			
Tipo de Proyecto: Descriptivo con modelo analítico predictivo secundario			
investigación Básica:	Investigación Aplicada: <input checked="" type="checkbox"/>	Desarrollo Tecnológico o Experimental:	
Descriptor / Palabras claves: physical activity, anthropometry, bone mineral density, .			

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

2.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación y su justificación en términos de necesidad y pertinencia

Son diferentes los estudios que evidencian cómo la base para una buena salud ósea está dada a partir de un desarrollo adecuado del contenido mineral óseo, en especial, en las primeras edades, donde es relevante la vigilancia del crecimiento y maduración del sistema esquelético (1–7). El diagnóstico de la salud ósea es importante ya que con ello se pueden determinar la acumulación mineral ósea máxima en edades pediátricas y la acumulación de los máximos de masa ósea en edades adultas, por tanto, el poder determinar la masa mineral ósea permite tener adecuados diagnósticos de la salud mineral ósea en el infante y obtener un masa mineral ósea máxima óptima es la mejor opción para prevenir la osteoporosis en la edad adulta (8–10).

La densidad mineral ósea (DMO) se refiere a la cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso. Este tejido es sensible a diversos estímulos mecánicos, principalmente a los resultantes de la gravedad y las contracciones musculares (11). Durante la fase de crecimiento, la DMO aumenta progresivamente en los hombres, llegando alcanzar, al final de la adolescencia, cerca del 95%; además el pico de masa ósea se presenta, por lo general, entre la segunda y tercera década de vida (12). En ese contexto, la etapa de la adolescencia es considerada como un momento crítico para la adquisición de masa ósea (13), puesto que se producen cambios significativos durante el proceso de crecimiento y la maduración biológica. Así, la valoración de la DMO durante la maduración presenta la mejor oportunidad para la detección temprana y atención específica de los desórdenes osteopénicos y osteoporóticos.

Así mismo, son muchos los factores que influyen en la mineralización de los huesos en la infancia y la adolescencia, algunos de ellos no modificables como el sexo, la edad, grupo étnico de pertenencia, la herencia, la menopausia y poseer un fenotipo pequeño. Existen otros susceptibles de modificación como los componentes nutricionales, estilo de vida activo, el

peso corporal, consumo de tabaco, alcohol, café y medicamentos sobre los cuales sí se puede actuar (14–18).

Por su parte, la actividad física desempeña un papel importante en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y disminuye el riesgo de obesidad, actuando en la regulación del balance energético y preservando o manteniendo la masa magra en detrimento de la masa grasa (19,20). Así mismo, la actividad física como medio para aumentar las ganancias óseas es un factor importante, pero se plantea discusión en torno a cuál etapa del ciclo de vida es la más acorde para ejercer este estímulo. Se ha sugerido que las edades ideales para estimular el hueso a través del ejercicio físico y obtener respuestas óseas positivas son la infancia y la adolescencia, argumentándose que el 90% del pico de masa ósea se alcanza a una edad cercana a los 20 años tanto en hombres como en mujeres, siendo estas edades las más influenciables para generar cambios positivos en el hueso (21).

Diferentes estudios muestran los beneficios y efectos de la actividad física y del deporte sobre la densidad mineral ósea, entre los cuales se encuentran esfuerzos físicos que conlleven cargas de alto impacto durante su ejecución (saltos, carreras, giros, cambios de dirección, entre otras.), realizadas antes de la maduración de la esquelética. Este tipo de estímulos tienen una gran influencia en el crecimiento de la masa ósea y aquellas que implican la utilización de la masa muscular influyen sobre el incremento de la fuerza siendo éstos factores de reducción de la incidencia de fracturas y la disminución en un 40% del riesgo de sufrir osteoporosis a lo largo de la vida. Además de estos beneficios, la actividad física también mejora el equilibrio, la marcha, la coordinación y el tiempo de reacción, siendo éstos factores claves en la reducción del riesgo de caídas y de fracturas, los cuales son el desenlace más dramático de la osteoporosis (22–25). Es importante también mencionar que algunas modalidades deportivas tales como el fútbol (6,24), baloncesto o voleibol, entre otras (7), poseen un alto poder osteogénico, debido a las constantes fuerzas de reacción que se pueden producir entre el niño y la superficie de juego mientras se realizan estas actividades (26–28).

Así las cosas, el ejercicio controlado, junto a una dieta equilibrada que reduzca el consumo de sodio y cubra los requerimientos diarios de calcio y vitamina D, pueden contribuir

significativamente a la prevención y desarrollo de enfermedades músculo-esqueléticas como la osteoporosis. Los factores nutricionales son importantes reguladores de la masa ósea los cuales actúan a través de distintos mecanismos como la provisión de vitaminas, sales minerales de calcio, fósforo y magnesio, los cuales interactúan con hormonas y factores locales de crecimiento para la mineralización y crecimiento del hueso. Una adecuada nutrición también contribuye con el aporte de nutrientes energéticos y plásticos necesarios para la síntesis de la matriz del cartílago y del hueso (29,30).

Por otra parte, el aporte nutricional en los deportistas es determinante para su rendimiento profesional el cual puede verse comprometido si no están bien informados sobre las dietas equilibradas en energía y nutrientes. Muchos factores intervienen en que sus dietas sean inadecuadas; entre ellos, la falta de controles y asesoramiento apropiado (31). Dado que existen necesidades nutricionales específicas en los deportistas en cuanto a consumo de proteínas por kilogramo de peso corporal y un mayor aporte energético desde carbohidratos y grasas durante entrenamientos y competencias, son una población especialmente sensible a los cambios músculo-esqueléticos y deben ser foco de atención especial en cuanto a detección temprana y atención específica de su condición músculo-esquelética (32,33).

El consumo de dietas bajas en energía conducirá de manera inevitable a deficiencias nutricionales, entre ellas de calcio. Esto dará lugar a una alta incidencia de fracturas de estrés cuando el aporte de este elemento en la dieta es deficitario (13). Para deportistas de alto nivel, una ingesta deficitaria de calcio conlleva mayor riesgo de fracturas, ya que en la adolescencia el consumo de calcio es necesario para conseguir un pico máximo de mineralización ósea.

La evaluación de la densidad mineral ósea se ha realizado tradicionalmente por la densitometría ósea cuyo objetivo es identificar a las personas con riesgo de fragilidad ósea para establecer, guiar y monitorear su tratamiento posteriormente (34). En este contexto, la absorciometría de rayos X de energía dual (DXA) se ha convertido en el estándar de oro para medir la DMO y el contenido mineral óseo (CMO) de niños y adolescentes en todo el mundo. Esto se debe a su velocidad, alta precisión, seguridad, baja emisión de radiación, amplia accesibilidad y alto índice de reproductibilidad (99%), su escaso error de precisión (1%), el

limitado tiempo que se precisa para su realización (3-5 minutos) y su mínima dosis de radiación la cual se estima en un 0,02% de límite anual establecido para la población (35). Sin embargo, este método tiene de igual forma algunos limitantes como el costo de dicha valoración, ya que se ha incrementado últimamente por el uso de programas y softwares y el desarrollo de estándares específicos para regiones geográficas particulares (36,37), aspectos que hoy pueden considerarse como limitantes para su uso y aplicación para ciertos contextos socioculturales, además de proporcionar resultados contradictorios cuando es utilizado por países que no tienen estándares nacionales disponibles.

En Chile Gómez-Campos et al., han venido planteando ecuaciones de regresión para predecir la salud ósea de niños y adolescentes basadas en indicadores antropométricos para proponer valores de referencia según la edad y el género (38). Estos autores, establecen que la antropometría puede ser un método alternativo de bajo costo y fácil de usar en contextos epidemiológicos y los resultados de este estudio han posibilitado confirmar que las variables antropométricas longitud del antebrazo, diámetro del fémur y la velocidad pico de crecimiento (VPC) son variables que pueden predecir la DMO y BMC en niños y adolescentes de ambos sexos, con una alta precisión en sus coeficientes de regresión. Además de lo anterior, también pudieron establecer un buen acuerdo (Trazado de Bland-Altman) con el método de referencia DXA ya que los límites del 95% fueron estrechos y los coeficientes de correlación altamente significativos, apoyando la reproducibilidad de las ecuaciones propuestas y, por tanto, soportaron la construcción de cuatro ecuaciones para estimar la salud ósea, desarrollando percentiles limítrofes para cada edad y sexo.

De esta manera, las conclusiones de Gómez-Campos et al. (38) permiten establecer la hipótesis de cómo la VPC en conjunto con variables antropométricas como longitud del antebrazo y diámetro del fémur, además de predecir la salud ósea de niños y adolescentes, sirve para correlacionar DMO y CMO respecto a variables definidas en función de la edad y el sexo en adolescentes colombianos.

De acuerdo con los anteriores planteamientos surge la siguiente pregunta de investigación:

2.2 Pregunta de investigación

¿Cuáles son las variables predictoras de la salud ósea en escolares entre 8 y 16 años de la ciudad de Cartago Valle?

3 JUSTIFICACIÓN

La evaluación de la salud ósea en niños y adolescentes es importante, puesto que permite identificar a los niños y adolescentes que pueden estar con bajos niveles de acumulación de mineral óseo, o con riesgo futuro de padecer osteoporosis, debido a posibles bajas densidades de mineralización ósea. De igual forma, permite tener una referencia nacional y un sustento actual y científico determinante en futuros problemas de salud, fortaleciendo los programas de prevención de la enfermedad músculo-esquelética a través de la obtención de datos referenciales que son determinantes en sus aportes para el fortalecimiento de las políticas en salud pública (38).

Por su parte, la actividad física regular entendida como cualquier movimiento corporal producido por los músculos esqueléticos, exigiendo un gasto energético, es propuesta por La Organización Mundial de la Salud como una estrategia de promoción de la salud y prevención de la enfermedad que produce grandes beneficios a partir de su práctica (39). En esta misma línea, Peña sugiere que las edades ideales para estimular el hueso a través del ejercicio físico y obtener respuestas óseas positivas son la infancia y la adolescencia, argumentando que el pico de masa ósea se alcanza a una edad cercana a los 20 años, tanto en hombres como en mujeres (21).

De igual forma, Reuter et al en 2012 demostraron que los estudiantes que realizaban mayor actividad física presentaron mayor masa magra, menor tejido graso y DMO fue mayor en diferentes puntos del cuerpo, como el cuello femoral, el fémur total y el cuerpo total, tanto en hombres como en mujeres (40).

En este sentido, la realización de la presente investigación buscó evidenciar cómo los niveles de actividad física en los escolares determinan la salud ósea de los mismos. La identificación de la DMO de los participantes aportó nuevos elementos científicamente validados para incentivar la realización de la actividad física a edades tempranas, y generar conciencia de los resultados de ésta en el fortalecimiento de los huesos, su crecimiento y la importancia de la reserva de calcio para edades futuras, soportando así las acciones de prevención de

osteoporosis en edades tempranas, para prevenirla efectivamente en la edad adulta, especialmente por falta de ejercicio.

La determinación de la DMO en niños y adolescentes por el método antropométrico, a partir de los hallazgos del estudio de Gómez-Campos et al. (38) fue especialmente relevante dado que posiciona a instrumentos no invasivos en la identificación de niños con posibles problemas subyacentes en la mineralización ósea durante la etapa de crecimiento y la maduración biológica, resultados que pueden llegar a ser implementados en contextos clínicos y epidemiológicos durante la infancia y la adolescencia. Además, esta nueva manera de evaluación de la densidad mineral ósea basada en variables antropométricas, reduce drásticamente costos y facilita su implementación, siendo una herramienta ventajosa para las entidades de salud y las instituciones educativas donde los recursos y las infraestructuras son limitados ya que, como bien se ha planteado, las formas de evaluación tradicional de la salud ósea en muestras pediátricas en otras latitudes (41–43) han utilizado equipos sofisticados y costosos.

Por otra parte, el uso de percentiles basados en variables antropométricas simples y el control de la maduración somática mediante VPC, abre un abanico inmenso de posibilidades para profesionales de la salud e investigadores en el mejoramiento de la atención en salud de niños y adolescentes. Igualmente, esto permite la comparación y clasificación de la población pediátrica acorde a puntos de corte establecidos (normal, osteopenia y osteoporosis), lo que facilita la aplicación práctica en la detección de anomalías esqueléticas en niños y adolescentes.

Finalmente, el gran vacío en el conocimiento que representa la salud ósea en niños y adolescentes en el caso colombiano, justifica la fundamentación de procesos de promoción de la salud y prevención de la enfermedad músculo-esquelética en una población que ha sido valorada y reconocida como la más importante en la escala de desarrollo humano desde lo biológico y psicosocial. Este proyecto se articuló a la línea de investigación “Actividad Física y Deporte” del grupo de investigación Cuerpo y Movimiento de la Universidad Autónoma de Manizales, puesto que se dirigió a la valoración de la salud ósea de los escolares a través

de medios y métodos antropométricos, fortaleciendo los procesos que tienen que ver con actividad física y deporte, posibilitando la determinación de posibles predictores de la salud ósea.

3.1 Factibilidad del Proyecto

De igual manera el desarrollo de este trabajo pretendió determinar las variables predictoras de salud ósea en escolares cartagüenses, y dado que se trató de un estudio multicéntrico, los resultados generados aportaron elementos a nivel nacional para la toma de decisiones en relación a la actividad física y salud ósea en población escolar en función a su desarrollo antropométrico.

La viabilidad de esta propuesta estuvo cimentada en la disponibilidad de recursos humanos y materiales para el logro de sus objetivos, además, existió un interés en función de los resultados que ésta pudiera brindar como aporte a la Maestría de Actividad Física y Deporte y a la línea de investigación en la cual se circunscribió, los cuales podrían articularse al currículo del programa y a los trabajos de proyección derivados de la línea, enmarcados en la importancia de promover la adopción de aquellas medidas preventivas y terapéuticas encaminadas a promover una salud ósea óptima durante la infancia y adolescencia a través de la actividad física y el deporte tal como lo afirma Sopher et al. (5).

La participación en el estudio fue totalmente voluntaria, previa autorización a través de la aceptación y firma de consentimiento y asentimiento informado (los cuales fueron aceptados por el comité de ética de la Universidad autónoma de Manizales) por parte de los padres de familia o acudientes de los participantes (anexo 1). La información recogida se usó sólo para fines investigativos preservando los principios de integridad e intimidad de las personas. Toda la información obtenida y los resultados de la investigación fueron tratados confidencialmente y fueron archivados en papel y medio electrónico. Los instrumentos de recolección de datos fueron archivados en sitio seguro en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores.

Los escolares que participaron en el estudio tuvieron la posibilidad de retirarse voluntariamente en cualquier fase del proceso de evaluación. Igualmente, esta investigación cumplió con los principios enunciados en la Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial y se consideró como investigación con “riesgo mínimo” de acuerdo al artículo 11 de la resolución 008430 de 1993 del Ministerio de Salud colombiano ya que se emplearon pruebas de evaluación no invasivas que no atentaron contra la integridad física y moral de los escolares que participaron del estudio. (44). Del mismo modo, se respetaron los derechos de autor de los diferentes insumos teóricos y evaluaciones utilizadas, citando las respectivas referencias bibliográficas.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

- Determinar las variables predictoras de la salud ósea en escolares entre 8 y 16 años de la ciudad de Cartago Valle

4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las variables sociodemográficas, antecedentes clínicos y uso de medicamentos de los participantes en el estudio.
- Establecer niveles de actividad física en los escolares participantes en el estudio.
- Describir las características antropométricas de los escolares participantes en el estudio.
- Establecer la DMO por método antropométrico en los escolares participantes en el estudio.
- Determinar las relaciones entre las variables de estudio y la DMO en los escolares participantes en el estudio.
- Estimar el modelo predictivo de la salud ósea en los escolares participantes en el estudio.

5 REFERENTE TEÓRICO

5.1 Salud ósea en niños y adolescentes

Al hablar de salud ósea es necesario tener presente cómo los estilos de vida juegan un papel importante en la etapa de crecimiento en los niños por cuanto desarrollan las bases para una buena salud en edades futuras. Una adecuada alimentación, descanso y ejercicio físico, son elementos esenciales para el desarrollo infantil. Llevar a cabo un estilo de vida activo en edades tempranas, participando en actividades físico-deportivo en las que se produzcan impactos y fuerzas que generen estímulos en la masa ósea, va a permitir garantizar un capital óseo mayor que asegure la reducción de problemas óseos en la etapa adulta (45).

Moreno et al, plantean cómo la articulación de actividades físico deportivas y una adecuada alimentación reducen el riesgo de padecer diferentes enfermedades como la osteoporosis, la obesidad, la hipertensión arterial, la diabetes, problemas cardiovasculares (46) y otras contingencias como el incremento en las fracturas de los huesos (47). Sin embargo, se ha evidenciado cada vez con mayor fuerza una menor práctica de actividad física en niños y adolescentes que conlleva directamente a un menor estímulo de carga ósea provocando un desarrollo deficitario de DMO (48,49), especialmente en etapas sensibles como la niñez y la adolescencia durante los cuales se construye la reserva mineral que dará soporte durante la edad adulta. (50,51).

Es importante destacar cómo, a pesar de que el pico de masa ósea se alcanza alrededor de los 25-30 años, es en la adolescencia donde se aprecian las mayores ganancias en la masa ósea, especialmente entre los 11 y 14 años en el caso de las chicas y entre los 14 y 16 en el caso de los chicos, pudiendo alcanzar hasta un 51% del pico de masa ósea en este periodo de desarrollo puberal (52). Dentro de las enfermedades óseas es importante destacar la osteoporosis como uno de los mayores problemas de salud para el mundo, tanto por su extensión como por sus consecuencias socioeconómicas. El riesgo de presentar una fractura osteoporótica a lo largo de la vida es aproximadamente del 40%. Se estima que para el año 2050, la incidencia en todo el mundo de fractura de cadera aumentará un 310% en varones y

un 240% en mujeres, alcanzando valores entre 4.5 y 6.3 millones de fracturas anuales (47). Por tanto, es importante para la salud ósea el desarrollo de hábitos higiénico-dietéticos correctos durante la infancia y la adolescencia (53).

5.2 Densidad mineral ósea

La DMO se refiere a la cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso. Este tejido es sensible a diversos estímulos mecánicos, principalmente a los resultantes de la gravedad y las contracciones musculares (11). De hecho, se consideran como principales factores determinantes de la masa ósea máxima, la genética, el estado hormonal, la ingestión de calcio y la actividad física (11,54).

Durante la fase de crecimiento, la DMO aumenta progresivamente en los hombres, llegando a alcanzar, al final de la adolescencia, cerca del 95% (55), además el pico de masa ósea por lo general se presenta entre la segunda y tercera década de vida (12). En ese contexto, la etapa de la adolescencia es considerada como un momento crítico para la adquisición de masa ósea (13), puesto que se producen cambios significativos durante el proceso de crecimiento y la maduración biológica.

Lo anterior pone en evidencia la relevancia de una valoración de la DMO durante la maduración como una oportunidad para desarrollar pautas conductuales encaminadas a modificar, acorde a los resultados de las evaluaciones, el tamaño del esqueleto y su arquitectura en respuesta a las cargas mecánicas (55). Además, puede ser la mejor época para apostar estrategias de prevención primaria que reduzcan la presencia de osteoporosis en la edad adulta (13,56). En general, se acepta que el desarrollo adecuado del contenido mineral óseo durante el crecimiento y la maduración biológica es una clave para la salud del esqueleto durante la vida adulta (57).

En este contexto, los métodos de cuantificación de la masa ósea más utilizados son los indirectos, entre los cuales se encuentran: la histología/histomorfometría, la micro tomografía y la micro resonancia magnética, la radiología simple (cualitativa), los índices radiológicos

(Shing, Meunier), radiogrametría, índices de Nordin-Barnet-Morgan, técnica densitometría fotónica dual (DPA), axiales: Tomografía axial cuantitativa (QCT), la densitometría radiológica de doble energía (DXA) (columna lumbar, cadera), las técnicas de densitometría radiológica, monoenergética periféricas: (SXA), densitometría fotónica simple (SPA), DXA periférica (pDXA) (radio, calcáneo, falanges), tomografía periférica cuantitativa (QCTp), ultrasonidos cuantitativos (QUS) y radiogrametría digital cuantitativa (QDR)

5.2.1 Densitometría Ósea

La evaluación indirecta cuantitativa se puede llevar a cabo mediante diferentes técnicas densitométricas que se fundamentan en la alteración que produce el tejido óseo mineralizado sobre agentes físicos. Por su aplicación clínica, se pueden clasificar entre las que permiten evaluar hueso axial y las que exploran huesos periféricos ya que, por la metodología que emplean, no pueden acceder a huesos con abundante tejido blando adyacente (58).

Todas las técnicas han mostrado cierta capacidad de predecir el riesgo de fractura (58). La capacidad de predicción del riesgo de fractura de la masa ósea evaluada por densitometría en diferentes sectores anatómicos se asocia a un mayor riesgo relativo de fractura en el mismo lugar anatómico donde se ha evaluado la misma. Pero, como puede observarse en el meta-análisis de Marshall et al., el riesgo relativo asociado a la predicción de cualquier tipo de fractura es muy similar (1,5 veces por cada desviación estándar que disminuye la masa ósea) con todas las técnicas, tanto axiales como periféricas (59).

Las técnicas axiales DXA: dual X-ray absorptiometry y QCT: Quantitative computed tomography) permiten explorar vértebras y cadera. La QCT permite sustraer y analizar el hueso trabecular puro, mediante la DXA se debe evaluar conjuntamente. La DXA se ha impuesto como técnica densitométrica por diferentes razones: Permite explorar los sectores anatómicos donde asientan las fracturas osteoporóticas epidemiológicamente más relevantes: columna vertebral y extremidad proximal del fémur teniendo una excelente precisión que permite un control evolutivo en un plazo razonable. Adicionalmente, permite observar la respuesta terapéutica de la masa ósea en huesos periféricos cuyos cambios no se ven reflejados por la valoración de los componentes óseos axiales (59).

Los diferentes densitómetros DXA se basan en el mismo principio: generación de una imagen digitalizada en función de la atenuación de dos haces colimados de rayos X, de alta y baja energía, de un determinado sector anatómico. Aunque existen diferencias en los tipos de filtros, número de detectores y emisores de rayos X, sistema de calibración y algoritmos para la selección de áreas de interés, son estos dos últimos los responsables de que no sean idénticos los valores obtenidos por densitómetros de diferentes casas comerciales (59).

El cálculo de la densidad se realiza a través de un proceso matemático que se inicia con la diferenciación del tejido óseo respecto a los tejidos blandos –diferencial de la captación del haz de baja y alta energía–, determinación del área explorada (cm^2), determinación del contenido mineral óseo (CMO, g) y con el cociente de ambos se obtiene la densidad por unidad de superficie (DMO, g/cm^2) en cada subsector de la región ósea explorada (60).

Existen programas específicos para la exploración lateral de la columna lumbar, del antebrazo, exclusión de material protésico, análisis de escoliosis, huesos pequeños (que permite su utilización con animales de experimentación), así como densitómetros que permiten la exploración del cuerpo entero aportando información no sólo de la densidad mineral ósea sino también de la composición corporal de los tejidos blandos. Los tiempos de exploración se sitúan entre 8 y 15 minutos y se deben considerar los posibles factores que pueden influir en la correcta interpretación clínica de la misma: correcta colocación del paciente y selección de las áreas de interés (dependientes del técnico que realiza la exploración, evaluables mediante la inspección de la imagen) y, muy importantes, los dependientes del sujeto (60).

Una vez obtenida la DMO en un determinado sujeto, ésta debe ser considerada en función de los valores de su población de control, bien respecto al pico de masa ósea de la población joven sana (puntuación T) o bien respecto a su grupo de edad y sexo (puntuación Z). En ambos casos se transforma el valor de la DMO en desviaciones estándar respecto al valor medio poblacional. La estandarización debe realizarse utilizando valores poblacionales

válidos, a ser posible, de la misma población estudiada. Según Gómez Alonso y Díaz Curiel et al. (60,61), las fórmulas utilizadas para alcanzar dichos valores son:

$$\text{Puntuación T} = \text{DMO sujeto} - \text{DMO "pico de masa ósea"} / \text{Desviación estándar del "pico de masa ósea"}$$

$$\text{Puntuación Z} = \text{DMO sujeto} - \text{DMO media para su edad y sexo} / \text{Desviación estándar de su grupo de edad y sexo}$$

Ali et al. mostraron la relevancia del análisis de la DMO y el CMO en niños utilizando DEXA (62), evaluando la DMO y el CMO en niños saudíes y su relación con medidas antropométricas. A partir del estudio de factores que pudieran afectar estas variables como el calcio sérico y la vitamina D, concluyeron que la DMO promedio de niños y adolescentes saudíes es menor que el de otros países como Estados Unidos, Brasil e Irán, encontrando también que un 2,3% de niñas tienen bajos niveles de DMO, especialmente en la adolescencia. Los niños en este estudio mostraron una mayor DMO y CMO que las niñas en todos los grupos de edad. Mostraron finalmente que el peso, la altura, y el índice de masa corporal (IMC) son buenos predictores para cambios en DMO y CMO durante un periodo de crecimiento específico. La Vitamina D en este estudio muestra menos efecto en los cambios en la DMO y CMO.

Así mismo, el estudio realizado por Hao Xu et al., (63), muestra cómo la DMO de la mano en adultos se correlacionó significativamente con varios sitios esqueléticos, incluido el cuerpo total. Sin embargo, aún no se han explorado las relaciones entre las mediciones de la mano y del hueso corporal total para los niños. Sí se realizó un estudio de corte que incluyó a 892 niños chinos sanos (511 varones, 381 mujeres) de entre 5 y 14 años en los cuales se efectuó la medición de la DMO y CMO en la mano, extremidad superior, cuerpo subtotal y cuerpo total usando DXA, encontrándose que la DMO y CMO de la mano aumentaron con la edad para ambos géneros. Las niñas mostraron significativamente mayor DMO y CMO de la mano que los hombres. La edad explicó una mayor varianza en la DMO de la mano. En

este estudio se muestra la relevancia de la exploración DXA de mano como una herramienta nueva para la evaluación clínica del hueso y de la salud en los niños.

5.3 Antropometría

La antropometría corresponde a la sub-rama de la antropología biológica o física que estudia las medidas del hombre (64,65). Se refiere al estudio de las dimensiones y medidas humanas con el propósito de comprender los cambios físicos del hombre y las diferencias entre sus razas y sub-razas, así como la composición del cuerpo humano en diferentes edades y distintos grados de nutrición (66). Adicionalmente, se encarga de la identificación de las variaciones de las dimensiones del cuerpo humano de acuerdo al sexo, edad, nivel socioeconómico, etc. (66). Estas dimensiones son de dos tipos importantes: estructurales y funcionales. Las estructurales son las de la cabeza, troncos y extremidades en posiciones estándar, mientras que las funcionales o dinámicas incluyen medidas tomadas durante el movimiento realizado por el cuerpo en actividades específicas (65,66). Su objetivo principal es determinar la masa corporal expresada por el peso, las dimensiones lineales como la estatura, la composición corporal y las reservas de tejido adiposo y muscular estimadas por los distintos tejidos superficiales: masa grasa y masa magra (65).

Como se ha planteado inicialmente, el proceso de evaluación por antropometría en el presente estudio se apoya en las variables desarrolladas en el estudio de Gómez Campos et al. (38), quienes hipotetizaron que los años de VPC apoyados en variables antropométricas como la longitud del antebrazo y diámetro del fémur podrían predecir la salud ósea de niños y adolescentes. Además, estos autores sostienen que la creación de percentiles basados en el método LMS para la DMO y CMO pueden contribuir a diagnosticar, clasificar y monitorear estas variables en función de la edad y el sexo.

Lo anterior refiere entonces que serán objeto de estudio desde la antropometría, la altura vertical, la altura sedente (altura del tronco cefálico), la longitud del antebrazo (cm) definida como la distancia entre los puntos radiale y estiloide y el diámetro biepicondilar del fémur (cm), bajo el protocolo estandarizado del "grupo de trabajo internacional de la

cineantropometría" descrito por Ross y Marfell-Jones (67). Además, se medirán las variables IMC calculada a partir de la fórmula estandarizada de masa corporal (kg) / altura vertical² (m) y la maduración biológica expresada como VPC (68).

5.4 La actividad física y su relación con la densidad mineral ósea

Además de todos los beneficios que se suceden en el organismo a partir de la práctica de la actividad física, es de resaltar como ésta se convierte en un determinante mayor de la masa ósea, ya que ayuda a regular la síntesis del componente orgánico de la matriz ósea, el depósito de sales minerales, la orientación espacial de las fibrillas de colágeno mineralizadas y la orientación espacial de la arquitectura ósea. Sus efectos van en el sentido de optimizar la fuerza y la resistencia del hueso frente a los microtraumatismos y macrotraumatismos a los que está continuamente sometido, así mismo una inmovilización prolongada comporta una disminución de la DMO (69,70). Mientras que el ejercicio físico continuo involucra un incremento concomitante en la DMO, sin que se conozcan bien los mecanismos a través de los cuales se producen estos cambios (70), está totalmente corroborado que los niños y adolescentes con actividad física apreciable tienen valores mayores de DMO que aquellos que tienen una actividad sedentaria. Incluso atletas de élite, corredoras y gimnastas, con cierto grado de hipogonadismo, tienen valores de DMO superiores a los individuos sedentarios (71).

Estudios controlados en adolescentes con diversos grados de actividad física han mostrado que el ejercicio prolongado estimula el depósito de masa ósea. Ciertos datos experimentales apuntan en el sentido de que el ejercicio estimula la formación ósea e inhibe la resorción ósea (72) y el aporte nutricional en los deportistas juega de igual manera papel determinante para su rendimiento profesional. Dicho aporte pudiera verse comprometido si no están bien informados sobre las dietas equilibradas en energía y nutrientes. Muchos factores intervienen en que sus dietas sean inadecuadas; entre ellos, la falta de controles y asesoramiento apropiado (73).

En este sentido, Muñoz Calvo y Garrido Pastor muestran cómo la alimentación en deportistas que realizan actividades como la danza clásica, la gimnasia rítmica y el triatlón comparados con sedentarios mediante encuestas de registro de alimentos consumidos durante cinco días, tenían patrones alimentarios no adecuados, consumiendo dietas hipoenérgicas (73), totalmente contrarias a las recomendaciones de la RDA para la edad (74). Además, dicha energía procedía sobre todo de los hidratos de carbono en el grupo que entrenaba resistencia (triatlón), al igual que el grupo de bailarinas y gimnastas, aunque con menor aporte. En las sedentarias el aporte se hacía a expensas de las grasas (73).

En este escenario, un consumo de dietas bajas en energía conducirá de manera inevitable a deficiencias nutricionales, entre ellas de calcio. Esto dará lugar a una alta incidencia de fracturas de estrés cuando el aporte de este elemento en la dieta es deficitario (75). Para deportistas de alto nivel una ingesta insuficiente de calcio conlleva mayor riesgo de fracturas, ya que en la adolescencia el consumo de calcio es necesario para conseguir un pico máximo de mineralización ósea. Sin embargo, existen más factores que intervienen en la mineralización ósea, como son: la edad, el índice de masa corporal, el desarrollo puberal, el tipo de hueso cortical o trabecular, el ejercicio físico y las características del mismo, y la presencia de alteraciones menstruales (42).

La deficiencia de calcio en la dieta está ampliamente descrita (16), y dependiendo del ejercicio físico realizado tendrá más o menos repercusiones. Por tanto, es imprescindible un adecuado asesoramiento nutricional. De ahí que se haya recomendado el aporte de calcio en cantidades mayores de 1.500 mg/día para los colectivos de mujeres que presenten alteraciones menstruales o trastornos del comportamiento alimentario (17).

El ejercicio constituye probablemente el estímulo más importante en el crecimiento y remodelación del hueso, contribuyendo además la presión y la tensión muscular y como se ha venido mencionando la actividad física contribuye al depósito de sales minerales, a la síntesis del componente orgánico de la matriz trabecular y a optimizar la fuerza y la resistencia del hueso frente a los traumatismos a que está sometido. Así las cosas, la actividad física podría contribuir a reducir el riesgo de fractura, mejorando la resistencia y la calidad

del hueso, a través de cambios en la arquitectura y características geométricas del mismo (70,76).

De igual forma los estudios que sobre DMO se han llevado a cabo en deportistas muestran resultados heterogéneos, posiblemente atribuibles a causas como: las diferentes técnicas de medición de la masa ósea empleada, el tipo de ejercicio, la intensidad y la duración del entrenamiento, el estado nutricional y la situación hormonal de los deportistas (77). Es claro, sin embargo, que la intensidad y el tipo del ejercicio tienen importantes repercusiones sobre la masa ósea.

En consecuencia, se ha reportado una DMO mayor en las atletas de nivel alto y medio de competición, respecto a las de bajo nivel (78). El tipo de actividad deportiva no sólo condiciona diferentes modalidades de entrenamiento y grupos musculares implicados, sino también las características físicas y el tipo de nutrición de las deportistas. En este sentido, las nadadoras no necesitan un peso reducido para conseguir mejores rendimientos deportivos, por lo que su nutrición y peso corporal suelen ser mejores que en otro tipo de actividades. Es relevante también plantear que los beneficios del ejercicio físico en relación con la edad frente a la DMO son innumerables, siendo importante establecer que cuando el ejercicio se mantiene a lo largo de toda la vida, la DMO general y de cadera es entre un 5 y un 8% superior a las de sus homólogos inactivos, según los niveles de intensidad (21).

En la presente investigación se utilizará para evaluar los niveles de actividad física el cuestionario de actividad física en niños (PAQ-C) validado para Colombia por Herazo-Beltrán y Domínguez-Anaya (79), que es un cuestionario que mide los niveles de actividad física moderada a vigorosa general en los últimos 7 días durante el año escolar. El cuestionario consta de diez preguntas con opciones de respuesta en una escala de cinco puntos. La primera pregunta indaga sobre las actividades realizadas durante el tiempo libre; las seis preguntas siguientes evalúan las actividades físicas realizadas en las clases de educación física, durante el receso, almuerzo, justo después de la escuela, en las tardes y los fines de semana; las dos últimas preguntas del cuestionario valoran la actividad física realizada durante el fin de semana y la frecuencia con que hizo actividad física cada día de

la semana (anexo 2). La puntuación final del nivel de actividad física se deriva de las primeras nueve preguntas, la pregunta diez no se utiliza como parte de la puntuación total, pero sí para identificar al estudiante que tuvo una actividad inusual durante la semana anterior (21,80). Para calcular la puntuación final se estima la media de las 9 preguntas, donde 1 indica baja actividad física y 5 indica alta actividad física.

6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 2 Operacionalización de variables

Variable	Valor	Descripción	Indicador
Edad	Años	Tiempo que una persona ha vivido desde su nacimiento a la fecha de la evaluación	8 - 16
Nivel escolaridad	Grado académico cursado	Periodo, medido en años escolares, que el niño ha permanecido en el sistema educativo formal	3 ^o – 11 ^o
Sexo	Masculino Femenino	Característica biológica y genética que divide a los seres humanos en dos posibilidades solamente: Masculino y femenino	Masculino- Femenino
Tipo de colegio	Oficial Privado	Tipología del colegio establecida por el MEN	Oficial – Privado
Estrato socioeconómico	Bajo-bajo Bajo Medio bajo Medio	Nivel de clasificación de la población con características	1 2 3

	Medio alto Alto	similares en cuanto a grado de riqueza y calidad de vida, determinado de manera directa mediante las condiciones físicas de las viviendas y su localización,	4 5 6
Antecedentes de fracturas	No Sí	Reporte de historial de fracturas en todo el cuerpo durante el ciclo vital	No Sí
Consumo de medicamentos	No Sí	Reporte de consumo de medicamentos de uso frecuente por condición de salud	No Sí
Consumo de suplementos nutricionales	No Sí	Reporte de consumo de suplementos nutricionales para apoyar los hábitos nutricionales	No Sí
Actividad Física que realiza	Actividad física realiza	Actividades que realiza en el tiempo libre	Nombre de la actividad física
Frecuencia de práctica de Actividad física en tiempo libre	Número de veces que realiza AF	Actividades físicas realizadas en los últimos 7 días	No hago Casi nunca Algunas veces A menudo Siempre

Intensidad de práctica de AF	Intensidad de la actividad física	Veces que se hizo actividad física o fue activo	Ninguno 1 vez 2-3 veces 4 veces 5 veces 6 o más veces
	Días a la semana que se hizo AF	Día de la semana	Ninguno Un poco Normal Frecuente Muy frecuente
Actividad física expresión politómica	Nivel de actividad física	Clasificación en cuanto a frecuencia e intensidad de actividad física practicada según PAQ-C	Muy baja Baja Moderada Intensa
Actividad física expresión dicotómica	Nivel de actividad física	Clasificación en cuanto a frecuencia e intensidad de actividad física practicada según PAQ-C	Inactivo Activo
Masa Corporal	Mayor a 0	Fuerza que ejerce un cuerpo sobre un punto de apoyo, originada por la acción del campo gravitatorio local sobre la masa del cuerpo.	Kilogramos (kg)

Índice de masa corporal (IMC)	Mayor a 0	Medida de asociación entre el peso y la talla de un individuo, utilizada para determinar el grado de riesgo para la salud	kg/cm ²
Altura vertical	Mayor de 0	Estatura del individuo: longitud desde el vértex de la cabeza hasta la base de sustentación en posición bípeda	cm
Altura sedente	Mayor de 0	Distancia entre el vértex y el plano de sustentación, o bien la porción más inferior de la pelvis	cm
Longitud del antebrazo derecho	Mayor de 0	Distancia entre los puntos radial y estiloides	cm
Diámetro biepicondilar femoral	Mayor de 0	Distancia entre los dos puntos más salientes de los cóndilos femorales	cm
Velocidad pico de crecimiento	Mayor o menor que 0	Predicción de la proximidad o alejamiento de la	años

		máxima tasa de crecimiento en años	
Densidad mineral ósea por estimación antropométrica	Mayor a cero	Cantidad de minerales (por lo general, calcio y fósforo) que contiene cierto volumen de hueso	g/cm ²

7 ESTRATEGIA METODOLÓGICA

7.1 Tipo de estudio

La investigación pertenece a los estudios de análisis descriptivo transversal con una fase comparativa y predictiva que pretendió, a través de una regresión lineal múltiple, estimar un modelo de pronóstico para salud ósea en los escolares entre los 8 y 16 años de edad pertenecientes a colegios públicos y privados de la ciudad de Cartago (Valle) que cumplieran con los criterios de inclusión, los cuales fueron elegidos por aleatorización simple para la participación en la investigación.

7.2 Población

La población estuvo constituida por el total de los escolares entre los 8 y 16 años de edad pertenecientes a las instituciones educativas tanto públicas como privadas de la ciudad de Cartago (Valle), cuyo marco muestral fue suministrado a 31 de mayo de 2018 con un total de 19.418 estudiantes pertenecientes al sector oficial y 3.369 estudiantes pertenecientes al sector privado.

7.3 Muestra

Para la determinación del tamaño de muestra se usaron los estadísticos media, desviación estándar y margen de error correspondientes a las variables edad cronológica, peso, altura sedente, talla bípeda, longitud del antebrazo y diámetro del fémur del estudio de Gómez-Campos et al. (38), las cuales se detallan en la tabla 3, con el respectivo tamaño de muestra para cada una de las variables. Se estableció una confiabilidad del 95% y un margen de error específico para cada una de las variables determinantes del estudio de Gómez-Campos et al. (38), fijándose el promedio de los tamaños muestrales arrojados para cada una de las variables determinantes, obteniéndose un tamaño muestral total de 291 sujetos. Finalmente, previendo pérdida de información estimada en 14%, se realizó ajuste al valor muestral total, obteniéndose un valor de muestra final correspondiente a 331 sujetos.

Tabla 3 Variables asumidas para el muestreo

Variables	Media	Desviación Estándar	Varianza	Margen de Error	Tamaño muestras
Edad cronológica (años)	12.95	3,84	14,7456	0,44	288
Peso (kg)	51.84	18,94	358,7236	2,2	281
Altura vertical (cm)	151.72	19,25	370,5625	2,1	318
Altura sedente (cm)	79.47	9,98	99,6004	1,15	285
Longitud del antebrazo (cm)	23.38	3,49	12,1801	0,39	303
Diámetro biepicondilar femoral(cm)	8.85	1,11	1,2321	0,13	276
Total					291

Fuente 1: Gómez-Campos et al. (38)

Una vez establecido el tamaño muestral, acorde a información suministrada por la Secretaría Municipal de Educación de Cartago (Valle), se determinó la existencia de 12 instituciones educativas de carácter público y 16 instituciones educativas de naturaleza privada. Dado el mayor número de estudiantes en las instituciones educativas públicas y con el objeto de balancear la muestra, se incluyeron a 10 instituciones de naturaleza pública y 8 privadas en el estudio. Igualmente para equilibrar la muestra en cuanto al sexo de los participantes, dado el tamaño de muestra definitivo de 331 sujetos, se distribuyó este número en las diferentes edades escolares correspondientes al rango de 8-16 años con una distribución posterior por sexo, arrojando así un total de 18 sujetos por cada rango de edad y sexo correspondiente.

Tanto la institución educativa como los sujetos de estudio fueron asignados al estudio por aleatorización simple, utilizando para ello el comando de números aleatorios del sistema de complementos de análisis de datos de Microsoft Excel versión 8.1.

7.3.1 Criterios De Inclusión

- Estudiantes con edades establecidas entre los 8 y 16 años que se encontraban matriculados en las instituciones educativas públicas y privadas de la ciudad de Cartago (Valle).
- Diligenciamiento de consentimiento informado de acudientes y/o padres de familia y asentimiento informado de los escolares participantes en el estudio.
- Estar apto cognitivamente para el desarrollo de los cuestionarios de actividad física y corporalmente íntegro y saludable para el desarrollo de testeos antropométricos.
- La institución educativa seleccionada aleatoriamente debió haber contado con mínimo 50 alumnos matriculados y registrados en la Secretaría de Educación Municipal de Cartago Valle.

7.3.2 Criterios De Exclusión

- Presencia de patologías que al momento de los testeos impidieran el desarrollo de las mismas.
- Presencia de dos o más fracturas durante los tres meses previos al desarrollo del estudio.

7.4 Técnicas e instrumentos

Para el desarrollo del estudio se emplearon las técnicas de observación y encuesta, recurriendo a la medición de variables antropométricas acorde a los lineamientos de la Sociedad Internacional para el Avance de la Cineantropometría (64) y a formatos de encuesta para las variables sociodemográficas y de evaluación de la actividad Física PAQ-C respectivamente.

El cuestionario de actividad física para niños (PAQ-C) ha mostrado una muy buena consistencia interna, alcanzando un coeficiente alfa de Cronbach de 0,73 y una buena confiabilidad, consiguiendo un coeficiente de correlación intraclass prueba – post prueba de 0,60 en población colombiana (79). En cuanto a la validez del cuestionario, se reportó en población española, una moderada correlación con la prueba no paramétrica de Spearman, alcanzando un valor de 0,34 frente a la actividad física reportada por acelerómetro (80).

Las variables antropométricas se valoraron en lugares aireados, privados, reservados y destinados especialmente al interior de las instituciones educativas donde se llevaron a cabo las mediciones. Durante las evaluaciones siempre se requirió la presencia de los acudientes de los escolares, los cuales pudieron observar permanentemente los procedimientos de medición utilizados, respetando siempre la privacidad y buenas costumbres culturales de la región. Las mediciones se programaron en horarios previamente convenidos con los rectores y directores de grupo de las instituciones educativas que hicieron parte de la investigación.

La masa corporal de los sujetos se valoró en una balanza OMRON, referencia HBF-510-LA, se definió como la cantidad de materia del cuerpo y se calculó midiendo el peso, es decir, la fuerza que ejerce la materia en un campo gravitacional estándar. Para su medición, se solicitó a los sujetos permanecer de pie en el centro de la balanza sin apoyo y con su peso distribuido equitativamente en ambos pies. Posteriormente se registró el dato obtenido en una sola medición (64).

La altura vertical, en función del plano de Frankfort, se midió utilizando cinta métrica Stanley referencia 0433726 con precisión de 0,1 mm, la cual fue adosada a la pared en cada uno de los sitios destinados para las mediciones por las instituciones educativas. La medición se tomó como la distancia perpendicular entre el plano transversal del vértex y el inferior de los pies. Se solicitó a los sujetos estar de pie, con los talones juntos, y los talones, glúteos y la región superior de la espalda en contacto con la cinta métrica. Se posicionó el plano de Frankfort verificando la transversalidad entre el orbitale y el tragion. Para tal fin, el evaluador posicionó sus pulgares en cada punto orbitale y sus dedos índices sobre cada punto tragion,

verificando la alineación horizontal. Una vez obtenido plano de Frankfort, el evaluador reubicó sus pulgares en la región posterior de las orejas del sujeto evaluado para generar una tracción gentil de las mastoides solicitando una inspiración profunda y su retención al mismo tiempo. Inmediatamente se colocó una escuadra firmemente sobre el vértex y se comprimió el cabello lo máximo posible y se registró el valor de la altura vertical posterior a su lectura. Este procedimiento se repitió en dos ocasiones y se utilizó la media de éstas para el análisis de datos (64).

La altura sedente (altura del tronco cefálico), se midió igualmente con cinta métrica Stanley referencia 0433726 con precisión de 0,1 mm adosada a pared con la superposición inferior de banco antropométrico de 40 cm de altura, 50 cm de ancho y 30 cm de profundidad. En este banco los sujetos se pudieron sentar para facilitar la resta del resultado de la altura vertical y así obtener la altura sedente. La altura sedente se definió como la distancia perpendicular entre los planos transversales del punto del vértex y la región inferior de los glúteos, con el sujeto en sedente. Para su medición se utilizó el método de talla con tracción, sentando a los sujetos sobre el cajón antropométrico, solicitando el descanso de las manos sobre los muslos, una inspiración profunda y la retención de la misma mientras se mantuvo la cabeza en el plano de Frankfort, provocando posteriormente una tracción moderada a partir de las apófisis mastoides. Posteriormente se posicionó una escuadra firmemente sobre el vértex y se comprimió el cabello lo máximo posible, registrándose el valor de la altura en sedente después de su lectura. Este proceso se repitió en dos ocasiones y se utilizó la media de éstas para el análisis de datos (64).

La longitud del antebrazo se midió utilizando un calibrador antropométrico CESCORF de 60 cm de apertura con una precisión de 1 mm. La longitud se valoró tomando como referencia la distancia entre los puntos antropométricos radiale y stylium. Para esta medición, se solicitó a los sujetos adoptar una posición relajada, con los brazos colgados a ambos lados del cuerpo y el antebrazo en posición de semipronación (con el pulgar hacia adelante). Se posicionó posteriormente una rama del calibrador en la marca Radiale y otra en la marca Stylium, registrándose el valor de la longitud del antebrazo después de repetir en dos ocasiones esta medición alternadamente con la medición del diámetro biepicondilar femoral (64).

Para la medición del diámetro biepicondilar femoral (cm) se utilizó un calibrador antropométrico INNOVARE de 16 cm de apertura con una precisión de 1 mm. El diámetro biepicondilar femoral se definió como la distancia lineal entre los epicóndilos lateral y medial del fémur. Para su medición, se solicitó a los sujetos adoptar una posición relajada en sedente con las manos alejadas de la región de las rodillas. La rodilla derecha se posicionó en flexión de 90 grados. El calibrador descansó en la superficie dorsal de las manos mientras que los pulgares descansaron en la región inferior de las ramas del calibrador, los dedos índices extendidos en el exterior de las ramas, los dedos medios libres para palpar los epicóndilos femorales firmemente en círculo y los dedos índices libres para ejercer la presión necesaria sobre las laterales de las ramas para reducir el grosor del tejido blando superficial una vez las ramas estuvieron ubicadas encima de los epicóndilos. Posteriormente se registró la lectura en dos ocasiones de manera alternada con las medidas de longitud del brazo (64).

La longitud de los miembros inferiores se determinó calculando la diferencia entre la altura vertical y la altura sedente (81)

El índice de masa corporal (IMC) se calculó utilizando la fórmula estándar: masa corporal (kg) / altura² (m) propuesta por la OMS y se clasificó acorde a baremos internacionales de bajo (<18,5 Kg/m²), normal (18,5 – 24,9 Kg/m²), sobrepeso (25 – 29,9 Kg/m²), obesidad I (30 – 34,9 Kg/m²), obesidad II (35 - 34,9 Kg/m²) y obesidad III (>40 Kg/m²) (20).

El pico de velocidad de crecimiento se calculó mediante fórmula de predicción propuesta por Mirwald et al. (68), la cual requiere la inclusión de la longitud de miembros inferiores, la altura sedente, la altura vertical, la edad y el peso, relacionada seguidamente para niños y niñas:

$$\text{VPC niños} = -9,232 + 0,0002708(LMI * AS) - 0,001663(E * LMI) + 0,007216(E * ES) + 0,02292(MC/AV)$$

$$\mathbf{VPC \quad niñas} = -9,37 + 0,0001882(LMI * AS) + 0,0022(E * LMI) + 0,005841(E * AS) - 0,002658(E * MC) + (0,07693 * (MC/AV))$$

Dónde: **LMI** = Longitud de miembros inferiores, **AS** = Altura sedente, **E** = Edad, **MC** = Masa corporal, **AV** = Altura vertical

La densidad mineral ósea se calculó mediante fórmula de predicción propuesta por Gómez-Campos et al. (38), la cual requiere la inclusión de la velocidad pico de crecimiento, la longitud del antebrazo y el diámetro biepicondilar femoral, relacionada seguidamente para niños y niñas:

$$\mathbf{DMO \text{ niños} = 0,605 + (0,056 * VPC) + (0,008 * LA) + (0,022 * DF)}$$

$$\mathbf{DMO \text{ niñas} = 0,469 + (0,027 * VPC) + (0,007 * LA) + (0,019 * DF)}$$

7.5 Procedimiento

Se desarrolló el siguiente procedimiento, el cual estuvo apegado a los planteamientos de los objetivos propuestos:

- Reunión con Secretaria de Educación Municipal de Cartago y funcionarios subordinados para la explicación de motivos, justificación, relevancia e importancia de la investigación en la ciudad y la generación de manifestación expresa por escrito de compromiso con la investigación por parte de este ente municipal.
- Una vez definido el muestreo y las instituciones participantes, se socializó la propuesta investigativa con cada uno de los directivos encargados de estas instituciones educativas para la generación de espacios, recursos y compromisos de sus colaboradores en el desarrollo de la investigación.

- Capacitación a auxiliares de investigación que estuvieron a cargo de toma de datos en el manejo, utilización y desarrollo de pruebas antropométricas y en la administración de encuesta sociodemográfica y de actividad física. Igualmente, se capacitó a auxiliares de registro en la consignación de información en el instrumento de recolección de datos (Anexo 2).
- Posteriormente a la capacitación, se realizó jornada de calibración de instrumentos a los auxiliares de investigación encargados de la administración de encuestas sociodemográficas y de actividad física y en la toma de mediciones antropométricas.
- Recolección de la información: Una vez se obtuvo la autorización para el desarrollo del proyecto por parte de los directivos de las secretarías de educación y los rectores de las diferentes instituciones educativas se procedió al diligenciamiento de consentimientos y asentimientos informados de cada uno de los sujetos de estudio y sus acudientes previa explicación a cada uno de ellos de la naturaleza e importancia del estudio, indicando su alcance de riesgo mínimo y la garantía de respeto a la libertad de participación y a la custodia a la privacidad y confidencialidad de los datos.
- Elaboración del informe final.
- Socialización de los resultados.

8 RESULTADOS

Después de terminado el proceso de recolección de datos y su correspondiente tabulación, se efectuó el análisis de los mismos en el paquete estadístico para las ciencias sociales (SPSS) versión 24, licenciado por la Universidad Autónoma de Manizales y acorde a plan de análisis consistente en el cálculo de medidas de tendencia central y dispersión para variables cuantitativas y distribución de frecuencias para variables cualitativas incluidas en el estudio para su análisis descriptivo univariado.

El análisis bivariado se desarrolló con la intención de encontrar asociaciones y correlaciones significativas entre las variables cualitativas y cuantitativas del estudio respectivamente. En el primer caso se utilizó la prueba no paramétrica denominada Ji cuadrado y en el segundo caso se utilizaron pruebas no paramétricas como la U de Mann Whitney y Kruskall Wallis y el coeficiente de correlación de Spearman acorde a los resultados de pruebas de normalidad Kolgomorov-Smirnov para estas variables.

Finalmente, para la elaboración del modelo predictivo de salud ósea en escolares se realizó una regresión lineal múltiple que buscó determinar a través de las diferentes variables de estudio, cuáles podrían llegar a ser predictoras de la variable dependiente denominada densidad mineral ósea y elaborar, a partir de allí, el modelo predictivo de salud ósea en escolares.

8.1 Análisis univariado

Tabla 4 Distribución de la muestra según variables sociodemográficas

Sexo	Frecuencia	Porcentaje
Hombre	165	49,8
Mujer	166	50,2
Total	331	100,0

Edad	Frecuencia	Porcentaje
8	38	11,5
9	37	11,2
10	37	11,2
11	36	10,9
12	35	10,6
13	37	11,2
14	37	11,2
15	38	11,5
16	36	10,9
Total	331	100,0
Comuna	Frecuencia	Porcentaje
1	28	8,5
2	38	11,5
3	40	12,1
4	41	12,4
5	17	5,1
6	61	18,4
7	106	32,0
Total	331	100,0
Estrato socioeconómico	Frecuencia	Porcentaje
1	49	14,8
2	75	22,7
3	153	46,2
4	43	13,0
5	7	2,1
6	4	1,2
Total	331	100,0

Tipo de institución educativa	Frecuencia	Porcentaje
Oficial	212	64,0
Privado	119	36,0
Total	331	100,0
Grado escolar	Frecuencia	Porcentaje
3	43	13,0
4	34	10,3
5	31	9,4
6	47	14,2
7	39	11,8
8	50	15,1
9	26	7,9
10	38	11,5
11	23	6,9
Total	331	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4 se presenta la distribución numérica y porcentual de los escolares de la ciudad de Cartago de acuerdo a su sexo, edad, comuna, estrato, tipo de colegio y grado escolar. Se puede apreciar una distribución equitativa del sexo de los estudiantes evaluados correspondiendo a un 50,2% al sexo femenino. La variable edad muestra igualmente una distribución balanceada del número de escolares, oscilando entre valores del 10,9% al 11,5% por cada edad valorada desde los 8 a los 16 años. Se valoraron escolares que procedieron de las siete comunas de Cartago, con un 50,4% que habitaba en las comunas 6 y 7 y un restante 49,6% en las comunas 1, 2, 3, 4 y 5. Con respecto al estrato socioeconómico, el 59,2% de los escolares pertenece a los estratos 3 y 4 (medio-bajo y medio), un 37,5% a los estratos 1 y 2 (bajo-bajo y bajo) y un 3,3% a los estratos 5 y 6 (medio-alto y alto). El 64% de los escolares

perteneció a instituciones educativas de naturaleza oficial en correspondencia al mayor número de estudiantes matriculados en colegios oficiales de la población. Se advierte una distribución equitativa aproximada de estudiantes por cada grado escolar que oscila entre el 6% y 14%.

Tabla 5 Distribución de la muestra según antecedentes clínicos y uso de medicamentos

Variables		Frecuencia	Porcentaje
Antecedentes de fracturas	No	279	84,3
	Si	52	15,7
	Total	331	100,0
Consumo de medicamentos	No	300	90,6
	SI	31	9,4
	Total	331	100,0
Consumo de suplementos nutricionales	No	287	86,7
	SI	44	13,3
	Total	331	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se observa la distribución numérica y porcentual de los escolares cartagüesños con respecto a su historial de fracturas, consumo de medicamentos y consumo de suplementos nutricionales. Cabe destacar que sólo el 15,7% de los escolares han sufrido fracturas en diversas partes del cuerpo, únicamente el 9,4% de ellos consumió medicamentos e igualmente, sólo el 13,3% de los mismos manifiesta consumir suplementos nutricionales. Estos datos sugieren un muy buen grado de salud física de los escolares evaluados.

Tabla 6 Distribución de la muestra según nivel de actividad física e índice de masa corporal

Variables		Frecuencia	Porcentaje
Categoría politómica nivel de actividad física	Muy baja	41	12,4
	Baja	168	50,8
	Moderada	113	34,1
	Intensa	9	2,7
	Total	331	100,0
Categoría dicotómica nivel de actividad física	Inactivo	190	57,4
	Activo	141	42,6
	Total	331	100,0
Categoría politómica índice de masa corporal	Infrapeso	113	34,1
	Normal	190	57,4
	Sobrepeso	24	7,3
	Obesidad I	3	,9
	Obesidad III	1	,3
	Total	331	100,0

Fuente: Elaboración propia.

En tabla 6 se aprecia que el 84,9% de los escolares cartagüesños se clasifican en los niveles de actividad física bajo y moderado, otro 12,4% posee un nivel de actividad física muy bajo, mientras que apenas un 2,7% de estos escolares manifiestan niveles de actividad física intensa. Estos datos sugieren una gran inactividad física de los escolares cartagüesños. De igual manera, la clasificación dicotómica por nivel de actividad física muestra que el 57,4% de los escolares cartagüesños son inactivos, corroborando los datos de la clasificación ordinal del nivel de actividad física. Por su parte, la clasificación del índice de masa corporal de estos mismos escolares presenta una predominancia de escolares con peso normal e infrapeso correspondiente a 57,4% y 34,1% respectivamente. Un restante 7,3% presentó sobrepeso y sólo el 1,2% mostró niveles de obesidad I y III.

Tabla 7 Distribución de la muestra de escolares según sexo y edad frente acorde al nivel de actividad física.

Variables		Sexo								Total
		Masculino				Femenino				
Inactivo		81				109				190
		49,1%				65,7%				57,4%
Activo		84				57				141
		50,9%				34,3%				42,6%
Total		165				166				331
		100,0%				100,0%				100,0%

Variables	Edad (Años)									Total
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Inactivo	17	23	23	19	18	18	20	24	28	190
	44,7	62,2	62,2	52,8	51,4	48,6	54,1	63,2	77,8	57,4
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Activo	21	14	14	17	17	19	17	14	8	141
	55,3	37,8	37,8	47,2	48,6	51,4	45,9	36,8	22,2	42,6
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Total	38	37	37	36	35	37	37	38	36	331
	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7 se puede apreciar cómo las niñas de la muestra de escolares cartagüesños superan con un 65,7% de predominancia de inactividad física a sus contrapartes varones, mientras que éstos últimos tienen mayor predominancia de actividad física correspondiente a un 50,9%. Se observa también cómo predomina la inactividad física en la edad correspondiente a los 16 años y contrariamente cómo prevalece la actividad física en edades tempranas correspondiente a los 8 años.

Tabla 8 Descriptivos de variables antropométricas de la muestra de escolares

Variable	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Peso (Kg)	331	18	156	46,32	15,116
Altura vertical (cm)	331	119	188	150,10	14,559
IMC (kg/m²)	331	11,2	64,1	20,076	4,2551
Altura sedente (cm)	331	40	94	77,82	7,512
Longitud antebrazo derecho (cm)	331	12,5	28,4	21,461	2,8179
Diámetro biepicondilar femoral (cm)	331	6,2	10,5	8,030	,7426
Longitud de miembros inferiores (cm)	331	52	99	72,29	8,302
Velocidad pico de crecimiento (años)	331	-6,35	3,02	-,8449	2,16813
Densidad mineral ósea (g/cm²)	331	,56	1,19	,8165	,13110

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8 se presentan la media, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo de cada una de las variables cuantitativas vinculadas en el estudio. La masa corporal presentó una media de $46,3 \pm 15,1$ kg y la altura vertical una media de $150,1 \pm 14,5$ cm. Bajo estos indicadores, el índice de masa corporal arrojó una media con valor de $20,07 \pm 4,25$ kg/m². Con respecto a la altura sedente, se obtuvo una media de $77,82 \pm 7,51$ cm, mientras que para la longitud de antebrazo y diámetro biepicondilar femoral se registró una media de $21,46 \pm 2,81$ cm y $8,0 \pm 0,7$ cm respectivamente. La variable calculada correspondiente a longitud de miembros inferiores presentó una media de $72,29 \pm 8,30$ cm. Por su parte, las variables resultado denominadas velocidad pico de crecimiento y densidad mineral ósea, arrojaron una media de $-0,8449 \pm 2,16$ años y $0,8165 \pm 0,131$ g/cm² respectivamente.

Tabla 9 Descriptivos de variables antropométricas de la muestra de escolares de acuerdo al sexo.

Variable	Sexo	Estadísticos			
		Media	Desv. Típ	Mínimo	Máximo
Peso (Kg)	Masculino	47,25	15,405	18	91
	Femenino	45,39	14,813	20	156
Altura vertical (cm)	Masculino	151,34	16,835	119	188
	Femenino	148,87	11,797	121	173
IMC (Kg/m²)	Masculino	20,061	3,6652	11,2	31,9
	Femenino	20,090	4,7810	12,8	64,1
Altura sedente (cm)	Masculino	77,98	8,516	40	94
	Femenino	77,66	8,516	40	94
Longitud antebrazo derecho (cm)	Masculino	21,511	3,1438	12,5	27,9
	Femenino	21,411	2,4603	13,1	28,4
Diámetro biepicondilar femoral (cm)	Masculino	8,270	,8029	6,2	10,5
	Femenino	7,792	,5896	6,5	9,8
Longitud Miembros Inferiores (cm)	Masculino	73,36	9,630	54	99
	Femenino	71,22	6,585	52	89

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9 se presentan los estadísticos descriptivos media, desviación estándar, valores mínimo y máximo de las variables antropométricas de la muestra de escolares cartagüenses según el sexo, evidenciándose valores de media mayores para el peso, la altura vertical, el diámetro del fémur y la longitud de miembros inferiores, las demás variables fueron similares.

Tabla 10 Descriptivos de variables antropométricas de la muestra de escolares de acuerdo a la edad.

Variable	Estadístico	Edad								
		8	9	10	11	12	13	14	15	16
Peso (Kg)	Media	30,2	32,3	38,6	40,5	49,4	50,5	56,6	59,2	59,6
	Desv. típ.	7,19	7,12	7,78	6,14	12,0	9,74	12,0	18,7	9,71
	Mínimo	18	21	22	27	30	35	35	40	27
	Máximo	49	50	56	54	80	79	91	156	78
Altura Vertical (cm)	Media	129,54	134,04	141,68	146,62	153,97	156,99	161,27	164,48	162,98
	Desv. típ.	6,60	6,72	6,34	5,78	7,68	7,24	8,24	8,69	12,5
	Mínimo	119	122	130	137	141	142	146	150	137
	Máximo	142	147	157	160	172	171	180	181	188
IMC (Kg/m ²)	Media	17,8	17,8	19,1	18,8	20,6	20,4	21,6	21,9	22,4
	Desv. típ.	3,22	3,24	2,99	2,37	3,92	3,22	3,72	7,46	3,08
	Mínimo	11,2	13,0	12,8	14,2	14,3	14,0	15,2	16,1	14,4
	Máximo	24,6	25,9	26,5	24,0	30,9	28,6	31,9	64,1	28,6
Altura sedente (cm)	Media	68,3	70,3	72,5	75,7	79,4	80,5	83,2	85,1	85,1
	Desv. típ.	4,21	3,25	6,71	3,39	4,22	4,14	4,24	4,00	5,15
	Mínimo	62	64	40	69	73	72	73	78	72
	Máximo	84	76	80	84	90	88	91	93	94
Longitud antebrazo derecho (cm)	Media	17,6	18,6	20,1	20,8	22,1	22,8	23,5	23,8	23,4
	Desv. típ.	1,71	1,88	1,74	1,56	1,90	1,51	1,75	2,04	2,43
	Mínimo	12,9	12,5	13,8	17,3	17,7	19,3	20,0	19,3	17,7
	Máximo	22,4	23,0	23,9	24,3	27,3	26,3	27,3	28,4	27,9

Diámetro bicipital femoral (cm)	Media	7,32	7,46	7,71	7,93	8,20	8,33	8,37	8,38	8,56
	Desv. típ.	,554	,479	,553	,515	,666	,726	,672	,746	,584
	Mínimo	6,2	6,6	6,5	6,8	7,0	7,1	7,1	7,1	7,4
	Máximo	8,5	8,3	8,8	9,2	10,5	10,2	9,6	10,3	10,2
Longitud miembros inferiores (cm)	Media	61,1	63,7	69,1	70,8	74,4	76,3	77,9	79,2	77,8
	Desv. típ.	4,27	4,66	8,10	3,58	3,89	4,74	4,98	5,77	7,95
	Mínimo	54	55	52	64	68	68	70	69	65
	Máximo	73	73	99	78	82	86	90	92	96

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 10 se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a la media, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo de las variables antropométricas correspondientes a la muestra de escolares cartagüesños según su edad. Se puede apreciar cómo la media de cada variable antropométrica se incrementa gradualmente a medida que se aumenta la edad alcanzando una estabilización para las edades de 15 y 16 años. Dichas variables son consistentes con lo encontrado por Gómez-Campos et al. (38,81)

Tabla 11 Descriptivos de la velocidad pico de crecimiento y densidad mineral ósea de acuerdo al sexo y la edad de la muestra de escolares

Variable		Masculino				Femenino			
		Media	Desv. Típ.	Mín.	Máx.	Media	Desv. Típ.	Mín.	Máx.
Velocidad pico de crecimiento (años)	8	-4,49	,3357	-4,9	-3,7	-3,09	,4448	-3,9	-2,3
	9	-3,84	,4149	-4,5	-3,2	-2,52	,3037	-2,9	-1,7
	10	-3,18	,7992	-6,3	-2,4	-1,62	,4932	-2,5	-,90
	11	-2,53	,2550	-2,9	-2,0	-,764	,4382	-1,6	,00
	12	-1,50	,6049	-2,3	-,32	,1438	,5684	-,87	1,09
	13	-,982	,6241	-2,0	-,11	,7904	,3656	,27	1,70

	14	,0552	,7683	-1,5	1,14	1,501	,3815	,99	2,35
	15	,9937	,4484	,16	1,58	2,057	,4513	1,48	2,87
	16	1,525	,7944	-,93	2,39	2,428	,3999	1,51	3,02
Variable		Media	Desv. Típ.	Mín.	Máx.	Media	Desv. Típ.	Mín.	Máx.
Densidad mineral ósea (g/cm²)	8	,6525	,03300	,61	,71	,6514	,02305	,60	,69
	9	,7012	,04299	,64	,77	,6756	,02128	,65	,73
	10	,7557	,05309	,56	,84	,7150	,02694	,65	,76
	11	,8081	,02285	,77	,86	,7420	,02776	,69	,78
	12	,8829	,05195	,79	,97	,7798	,03319	,73	,83
	13	,9263	,05264	,85	1,01	,7990	,02451	,76	,86
	14	,9940	,06113	,85	1,08	,8241	,02577	,79	,88
	15	1,0555	,03563	,99	1,11	,8361	,02788	,80	,88
	16	1,0829	,06896	,89	1,19	,8468	,02200	,79	,88

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 11 se presentan los estadísticos descriptivos correspondientes a la media, desviación típica, valor mínimo y valor máximo de la muestra de escolares cartagüesños, evidenciándose una edad de maduración biológica para el sexo masculino de 14 años con una media de velocidad pico de crecimiento correspondiente a $0,0552 \pm 0,76835$ y para el sexo femenino de 12 años con una media de velocidad pico de crecimiento correspondiente a $0,1438 \pm 0,56844$. La densidad mineral ósea presenta un incremento progresivo de masa por área a medida que se aumenta la edad, tanto para el sexo masculino como para el sexo femenino.

8.2 Análisis bivariado

Seguidamente se presenta el análisis resumido correspondiente a los comparativos entre las variables cualitativas de la muestra de escolares cartagüesños, utilizando para ello el estadístico Ji cuadrado. Cada comparativo entre las variables cualitativas es ampliado en la sección de anexos con su respectivo análisis.

Tabla 12 Resumen de la asociación entre el nivel de actividad física y variables sociodemográficas.

Resumen asociación entre los niveles de actividad física (dicotómica) y variables sociodemográficas de la muestra de escolares cartagüesños		
Variables Sociodemográficas	Ji cuadrado	p valor
Estrato socioeconómico	11,142	,049*
Tipo de institución educativa	0,286	,593
Sexo	9,294	,002*
Comuna	12,164	,058
Grado actual académico	8,459	,390
Edad	11,960	,153

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 12 se aprecia el resumen comparativo entre las variables cualitativas y el nivel de actividad física expresado dicotómicamente en la muestra de escolares cartagüesños. Se encontró una asociación estadísticamente significativa entre el estrato socioeconómico y el nivel de actividad física como también entre el sexo y el nivel de actividad física. Ver anexo 3.

Una vez establecidas las asociaciones significativas entre las variables categóricas, se procedió a realizar la determinación del criterio de distribución normal de los datos de la densidad mineral ósea de acuerdo a las variables cualitativas para su posterior análisis comparativo diferencial. Posteriormente se procedió a establecer la normalidad de los datos para las variables cuantitativas y su correlación con respecto a la variable determinada como dependiente, en este caso, la densidad mineral ósea, la cual configura la salud ósea y así establecer las variables que, por su relación con la densidad mineral ósea, integrarían el modelo de regresión lineal predictivo de la misma en escolares cartagüesños.

Tabla 13 Pruebas de normalidad de la densidad mineral ósea.

Prueba Kolgomorov-Smirnov				
	Tipo de Colegio	Estadístico	gl	Sig.
DMO	Oficial	,106	212	,000
	Privado	,106	119	,002
	Sexo	Estadístico	gl	Sig.
DMO	Masculino	,081	165	,010
	Femenino	,101	166	,000
	Grado académico actual	Estadístico	gl	Sig.
DMO	3	,148	43	,019
	4	,145	34	,066
	5	,139	31	,134
	6	,150	47	,010
	7	,151	39	,025
	8	,171	50	,001
	9	,203	26	,007
	10	,236	38	,000
	11	,335	23	,000
	Comuna	Estadístico	gl	Sig.
DMO	1	,104	28	,200
	2	,172	38	,006
	3	,098	40	,200
	4	,090	41	,200
	5	,289	17	,001
	6	,140	61	,005
	7	,129	106	,000
	Estrato	Estadístico	gl	Sig.
DMO	1	,150	49	,008
	2	,137	75	,001
	3	,093	153	,003

	4	,141	43	,032
	5	,230	7	,200
	6	,170	4	.
	Antecedentes de fractura	Estadístico	gl	Sig.
DMO	No	,096	279	,000
	Sí	,190	52	,000
	Consumo de medicamentos	Estadístico	gl	Sig.
DMO	No	,095	300	,000
	Sí	,180	31	,012
	Consumo de suplementos nutricionales	Estadístico	gl	Sig.
DMO	No	,097	287	,000
	Sí	,154	44	,011
	Nivel de actividad física politómica	Estadístico	gl	Sig.
DMO	Muy baja	,180	41	,002
	Baja	,121	168	,000
	Moderada	,079	113	,077
	Intensa	,177	9	,200
	Nivel de actividad física dicotómica	Estadístico	gl	Sig.
DMO	Inactivo	,124	190	,000
	Activo	,077	141	,041
	Categoría índice de masa corporal	Estadístico	gl	Sig.
DMO	Infrapeso	,100	113	,008
	Normal	,137	190	,000
	Sobrepeso	,178	24	,047
	Obesidad I	,234	3	.

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 se puede observar cómo la densidad mineral ósea por cada variable categórica de la muestra de escolares cartagüesños muestra una distribución diferente a la normal,

evidenciado en un p valor $<0,05$ para cada una de las variables categóricas, indicando estos datos que para el establecimiento de las posibles diferencias en la DMO por cada variable categórica, debieron realizarse pruebas de carácter no paramétrico Mann Whitney para variables que incluyeron dos muestras independientes y Kruskal Wallis para variables que involucraron más de dos muestras independientes. A continuación se presentan los resultados de estos análisis.

Tabla 14 Relación de la densidad mineral ósea con las variables de estudio.

Comparativa densidad mineral ósea por variables cualitativas					
Tipo de colegio	Media	Desv. Típ.	N	U de Mann Whitney	p valor
Oficial	,8162	,13122	212	12572,000	,960
Privado	,8170	,13145	119		
Sexo	Media	Desv. Típ.	N	U de Mann Whitney	p valor
Masculino	,8683	,15487	165	8508,000	,000
Femenino	,7649	,07192	166		
Grado académico actual	Media	Desv. Típ.	N	Kruskal-Wallis	p valor
3	,6583	,03679	43	236,516138	,000
4	,6904	,04662	34		
5	,7359	,04388	31		
6	,7952	,06964	47		
7	,8328	,07955	39		
8	,8767	,08865	50		
9	,9497	,12526	26		
10	,9496	,11847	38		
11	,9214	,11825	23		
Comuna	Media	Desv. Típ.	N	Kruskal-Wallis	p valor

1	,7627	,09999	28	8,672	,193
2	,7993	,14443	38		
3	,8165	,11510	40		
4	,8108	,12552	41		
5	,8190	,15650	17		
6	,8205	,12577	61		
7	,8363	,13822	106		
Estrato socioeconómico	Media	Desv. Típ.	N	Kruskall-Wallis	p valor
1	,7870	,14633	49	6,1663609	,290
2	,8226	,11628	75		
3	,8184	,12810	153		
4	,8292	,15135	43		
5	,8386	,09955	7		
6	,8149	,15432	4		
Antecedentes de fractura	Media	Desv. Típ.	N	U de Mann Whitney	p valor
No	,8109	,12748	279	6251,000	,113
Sí	,8461	,14687	52		
Consumo de medicamentos	Media	Desv. Típ.	N	U de Mann Whitney	p valor
No	,8151	,13066	300	4417,000	,646
Sí	,8293	,13681	31		
Consumo de suplementos nutricionales	Media	Desv. Típ.	N	U de Mann Whitney	p valor
No	,8201	,13239	287	5605,000	,230
Sí	,7929	,12114	44		
Nivel de actividad física politómica	Media	Desv. Típ.	N	Kruskall-Wallis	p valor
Muy baja	,8373	,09414	41	4,97109394	,174

Baja	,8098	,13787	168		
Moderada	,8164	,12751	113		
Intensa	,8456	,19016	9		
Nivel de actividad física dicotómica	Media	Desv. Típ.	N	U de Mann Whitney	p valor
Inactivo	,8171	,13103	190	13383,000	,989
Activo	,8156	,13165	141		
Categoría índice de masa corporal	Media	Desv. Típ.	N	Kruskall-Wallis	p valor
Infrapeso	,7441	,10822	113	65,487	,000
Normal	,8469	,12629	190		
Sobrepeso	,8969	,11998	24		
Obesidad I	,9502	,13016	3		
Obesidad III	N.A	N.A	1		

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 14 se pueden apreciar la media y desviación estándar de la densidad mineral ósea por cada una de las categorías o niveles de las variables cualitativas de la muestra de escolares cartagüesños. La media de la densidad mineral ósea oscila entre valores de 0,6583 g/cm² y 0,9502 g/cm² con una desviación típica que fluctúa entre $\pm 0,03679$ y 0,19016. A partir de estas medias y desviaciones estándar, se realizaron las pruebas no paramétricas para establecer diferencia de medianas en la densidad mineral ósea por cada una de las variables cualitativas de la muestra de escolares cartagüesños presentadas en esta misma tabla. Las variables que mostraron diferencias estadísticamente significativas fueron el sexo con un valor U de Mann Whitney de 8508,000 arrojando una p valor de 0,000, el grado académico actual con un valor Kruskal-Wallis de 236,516138 obteniéndose una p valor de 0,000 y la categoría índice de masa corporal con un valor Kruskal-Wallis de 65,487 y una p valor de 0,000. Estas tres variables se consideraron para su ingreso al modelo de regresión lineal múltiple, provocando su posterior transformación a variables Dummy para que pudieran ser aceptadas por el modelo regresivo múltiple.

Seguidamente, se presenta el valor de las pruebas de normalidad para cada una de las variables cuantitativas de la muestra de escolares cartagüesños.

Tabla 15 Prueba de normalidad de las variables cuantitativas de la muestra de escolares

Kolmogorov-Smirnov^a			
Variable	Estadístico	gl	Sig.
Edad (años)	,116	331	,000
Peso (Kg)	,059	331	,007
Índice de masa corporal (Kg/m ²)	,104	331	,000
Altura vertical (cm)	,033	331	,200
Altura sedente (cm)	,043	331	,200
Longitud antebrazo derecho (cm)	,031	331	,200
Diámetro biepicondilar femoral (cm)	,040	331	,200
Longitud de miembros inferiores (cm)	,030	331	,200
Densidad mineral ósea (g/cm ²)	,099	331	,000

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 15 presenta los resultados de la prueba de normalidad Kolgomorov-Smirnov para cada una de las variables cuantitativas de la muestra de escolares cartagüesños. Todas las variables mostraron una distribución normal con una $p > 0,05$ a excepción de las variables edad, peso, índice de masa corporal y densidad mineral ósea, las cuales arrojaron un $p < 0,05$. En este escenario, dado que la variable dependiente de interés denominada densidad mineral ósea mostró una distribución no normal, todas las pruebas de correlación que se muestran a continuación fueron realizadas bajo criterios no paramétricos utilizando el coeficiente de correlación de Spearman.

Tabla 16 Correlación entre la densidad mineral ósea con las variables de estudio

Rho de Spearman	Edad (años)	Coeficiente de correlación	0,858
		Sig. (bilateral)	,000
	Peso (Kg)	Coeficiente de correlación	0,842
		Sig. (bilateral)	,000
	Índice de masa corporal (Kg/m²)	Coeficiente de correlación	0,491
		Sig. (bilateral)	,000
	Altura Vertical (cm)	Coeficiente de correlación	0,899
		Sig. (bilateral)	,000
	Altura Sedente (cm)	Coeficiente de correlación	0,861
		Sig. (bilateral)	,000
	Longitud antebrazo derecho (cm)	Coeficiente de correlación	0,829
		Sig. (bilateral)	,000
	Diámetro biepicondilar femoral (cm)	Coeficiente de correlación	0,785
		Sig. (bilateral)	,000
	Longitud de miembros inferiores (cm)	Coeficiente de correlación	0,829
		Sig. (bilateral)	,000

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 16 se relacionan los coeficientes de correlación de Spearman entre la variable densidad mineral ósea y las demás variables cuantitativas de la muestra de escolares cartagüenses. Todas las pruebas arrojaron coeficientes de correlación significativos $p < 0,05$. En este escenario, las variables, edad, peso, altura vertical, índice de masa corporal, altura sedente, longitud antebrazo derecho, diámetro biepicondilar femoral y longitud de miembros inferiores fueron ingresadas al modelo de regresión lineal junto con las variables Dummy correspondientes a sexo, grado actual académico y categoría índice de masa corporal, cuyos resultados se relacionan a continuación.

8.3 Modelo predictivo de salud ósea en escolares de la ciudad de Cartago

Una vez establecidas las relaciones significativas entre la densidad mineral ósea y demás variables del estudio se encontraron relaciones con sexo, grado actual académico, longitud de miembros inferiores, edad, índice de masa corporal, altura vertical, altura sentado, longitud de antebrazo y diámetro biepicondilar femoral se procede entonces a realizar el modelamiento. A continuación, se presentan diferentes modelos hasta alcanzar el modelo ideal.

Tabla 17 Primer modelo de regresión lineal múltiple para predicción de DMO

Resumen del modelo						
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida		Error típ. de la estimación	
1	.981 ^a	,962	,960		,02634	
ANOVA ^b						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	5,457	20	,273	393,408	,000
	Residual	,215	310	,001		
	Total	5,672	330			
Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
1	(Constante)	-,061	,104		-,588	,557
	Dummy Sexo	-,083	,003	-,316	-25,097	,000*
	Dummy Grado 3o	,032	,016	,081	1,968	,050

Dummy Grado 4o	,035	,014	,081	2,422	,016*
Dummy Grado 5o	,017	,013	,039	1,308	,192
Dummy Grado 6o	,010	,011	,027	,935	,351
Dummy Grado 7o	,002	,010	,006	,231	,817
Dummy Grado 8o	,000	,009	,001	,038	,970
Dummy Grado 9o	-,002	,008	-,004	-,244	,807
Dummy Grado 10o	,004	,007	,011	,593	,553
Dummy IMC Normal	-,002	,005	-,006	-,317	,752
Dummy IMC Sobrepeso	,001	,011	,003	,135	,893
Dummy Obesidad I	,006	,021	,004	,279	,780
Dummy Obesidad III	-,036	,053	-,015	-,687	,493
Edad (años)	,017	,002	,341	9,270	,000*
Peso (Kg)	,003	,001	,357	3,001	,003*
Índice de masa corporal (kg/m2)	-,007	,002	-,221	-2,742	,006*
Altura sedente (cm)	,003	,001	,188	4,288	,000*
Longitud de antebrazo derecho (cm)	,010	,001	,208	8,685	,000*

	Diámetro biepicondilar femoral (cm)	,031	,003	,177	9,145	,000*
	Longitud de miembros inferiores (cm)	,000	,001	-,016	-,341	,734

Elaboración propia.

En la tabla 17 se presenta el primer modelo de regresión lineal para la predicción de densidad mineral ósea en escolares cartagüenses. Las variables que en el modelo arrojaron una $p < 0,05$ fueron escogidas para ser ingresadas a un segundo modelo de regresión lineal dada la significancia estadística que representaron para la purificación del modelo. La variable altura vertical fue excluida por cálculo directo del primer modelo de regresión lineal al no cumplir criterios de colinealidad. Aunque el grado académico actual correspondiente a 4° de primaria como variable Dummy obtuvo una p valor correspondiente a 0,015, no se ingresó al modelo definitivo teniendo en cuenta que ningún grado académico obtuvo en el primer modelo una $p < 0,05$

Con estos criterios, ingresaron a un segundo modelo de predicción de la densidad mineral ósea de escolares cartagüenses las variables Dummy sexo, edad, peso, índice de masa corporal, altura sedente, longitud de antebrazo derecho y diámetro bieepicondilar femoral, el cual se presenta a continuación.

Tabla 18 Segundo modelo de regresión lineal múltiple para predicción de DMO

Resumen del modelo						
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida		Error típ. de la estimación	
2	.979 ^a	,959	,958		,02682	
ANOVA ^b						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
2	Regresión	5,440	7	,777	1080,652	,000
	Residual	,232	323	,001		
	Total	5,672	330			
Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
2	(Constante)	-,009	,046		-,185	,853
	Dummy Sexo	-,084	,003	-,320	-25,348	,000
	Edad (años)	,014	,001	,280	13,907	,000
	Peso (kg)	,003	,001	,314	5,240	,000
	Índice de masa corporal	-,006	,001	-,202	-5,249	,000
	Altura sedente	,003	,000	,197	7,120	,000
	Longitud de antebrazo derecho	,009	,001	,185	8,220	,000
	Diámetro biepicondilar femoral	,030	,003	,173	9,761	,000

Elaboración propia.

En la tabla 18 se presenta un segundo modelo de regresión lineal para la predicción de la densidad mineral ósea en escolares cartagüenses. Las variables predictoras incluyeron al sexo, la edad, el peso, el índice de masa corporal, la altura sedente, la longitud del antebrazo derecho y el diámetro biepicondilar femoral, todas ellas con una $p < 0,001$. Dado que la constante bajo este modelo no ofreció significancia estadística mostrando una $p = 0,853$, se procedió a seguir modelando para la tipificación de las variables que no permitían una adecuada interacción del modelo identificándose a la variable peso y al índice de masa corporal, las cuales fueron excluidas para la elaboración de un tercer modelo, el cual se presenta a continuación.

Tabla 19 Modelo final de regresión lineal múltiple para predicción de la DMO

Resumen del modelo						
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida		Error típ. de la estimación	
3	.977 ^a	,955	,955		,02788	
ANOVA ^b						
Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
3	Regresión	5,419	5	1,084	1394,357	,000
	Residual	,253	325	,001		
	Total	5,672	330			
Coeficientes ^a						
Modelo		Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.
		B	Error típ.	Beta		
3	(Constante)	-,224	,022		-10,302	,000
	Dummy Sexo	-,086	,003	-,330	-25,608	,000
	Edad (años)	,015	,001	,301	14,684	,000

	Altura sedente (cm)	,005	,000	,277	11,668	,000
	Longitud antebrazo derecho (cm)	,012	,001	,249	12,825	,000
	Diámetro biepicondilar femoral (cm)	,034	,003	,195	11,531	,000

Elaboración propia.

En la tabla 19 se presenta el modelo final de regresión lineal para la predicción de la densidad mineral ósea en escolares cartagüenses. Como se observa el R^2 muestra que el modelo global con 5 variables predictoras tiene muy buen ajuste (0,955) es decir que el 95,5% del DMO en los escolares es explicado por las variables género edad, altura sedente, longitud de antebrazo derecho y diámetro fémur. El estadístico F, que se registra en la tabla Anova muestra que el modelo global es significativo.

Individualmente cada uno de los coeficientes que acompañan a las variables son estadísticamente significativos, es decir, guardan relación con el DMO. Como se observa las variables sexo, edad, altura sedente, longitud de antebrazo derecho y diámetro bieepicondilar femoral, muestran una relación positiva con el DMO, El coeficiente que acompaña la variable sexo es negativo que indica que una mujer tiene en promedio un DMO de 0,086 menor que el hombre.

De igual forma, al hacer la prueba de validación, a mayor edad mayor DMO; por cada año el DMO aumenta en 0,015 g/cm².

El modelo estimado es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 \mathbf{DMO} = & -0,224 + (-0,86 * \mathbf{Sexo}) + (0,015 * \mathbf{Edad}) + (0,005 * \mathbf{Altura Sedente}) \\
 & + (0,012 * \mathbf{Longitud Antebrazo Derecho}) \\
 & + (0,034 * \mathbf{Diámetro Biepicondilar Femoral})
 \end{aligned}$$

Pronóstico del modelo

Dada la bondad del modelo se procede a realizar el siguiente pronóstico: En una mujer de 14 años con altura sentada de 81 cm, longitud de antebrazo de 24,3 cm y un diámetro del fémur de 8,5 cm tendría una DMO según el modelo de 0,8856 g/cm² mientras que un hombre con las mismas características su DMO correspondería a 0,9716 g/cm². Lo anterior indica que las mujeres tienen en promedio un DMO de 0,086 g/cm² más bajo que los hombres.

9 DISCUSIÓN

Múltiples reportes investigativos vienen produciendo evidencia contundente en torno a la importancia de alcanzar muy buenos niveles de masa ósea durante la fase sensible del desarrollo biológico alrededor de la velocidad pico de crecimiento (1–7). La reserva de masa ósea lograda a edades cercanas a aquella en la que se produce la velocidad pico de crecimiento, será la que a la postre servirá para gozar de una buena salud ósea en edades mayores debido a la pérdida progresiva que se experimenta con el proceso de envejecimiento (41). Por estas razones, el diagnóstico e identificación a edades tempranas del estado de la salud ósea, es de capital importancia en las acciones preventivas que desde las estrategias de promoción de la salud y prevención de la enfermedad se lleven a cabo por los sistemas de salud (9), en especial, teniendo en cuenta el actual panorama de atención en salud, el cual privilegia la intervención paliativa con la suplementación de calcio y bifosfonatos a edades tardías sin margen de manejo preventivo, terminando indefectiblemente en el desarrollo de osteoporosis (82), enfermedad nefasta que culmina en fragilidad del adulto mayor (83) con incremento del riesgo de fractura, posterior a la cual, la tasa de mortalidad al año es en promedio del 20% (84) y cuyos costos médicos directos por fractura de cadera, columna o radio distal son enormes, alcanzando valores de \$ 22.977.907 incluyendo su diagnóstico y seguimiento. (85).

En este contexto se enmarcó la presente investigación, la cual pretendió establecer variables determinantes de la salud ósea de escolares cartagüeños que permitieran identificar posibles predictores de la DMO, basados en medidas antropométricas de bajo costo e identificando niveles de actividad física en estos escolares. Dado que la identificación y diagnóstico de la DMO requiere equipos complejos y costosos que hacen inviables su desarrollo en grandes poblaciones dentro de las estrategias de promoción de la salud y prevención de la enfermedad, los resultados de esta investigación han permitido ofrecer un método costo efectivo para la predicción de la salud ósea en escolares cartagüeños, facilitando el establecimiento de criterios clínicos para la oportuna identificación y estructuración de estrategias de promoción de la salud y prevención de la enfermedad músculo-esquelética en esta población.

En la presente investigación participaron 331 escolares cartagüesños entre los 8 y 16 años de edad pertenecientes a las siete comunas de la cabecera municipal distribuidos en los seis estratos socioeconómicos según criterios de planeación nacional de Colombia y escogidos de manera aleatoria. Fueron distribuidos equitativamente por sexo (hombres 49,8% y mujeres 50,2%) y por pertenencia tanto a instituciones educativas de carácter oficial y privado (oficial 64% y privado 36%).

La distribución por sexo de la muestra coincide con la distribución poblacional reportada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) para la ciudad de Cartago la cual ubica una distribución por sexo en escolares de primaria, básica secundaria y educación media correspondiente a hombres en un 49,7% y mujeres en un 50,2% (86). En cuanto al reparto por naturaleza de instituciones educativas, el DANE reporta un 88% de escolares matriculados en instituciones oficiales y un 12% de estudiantes matriculados en instituciones privadas (86), cifras que indican una mayor proporción de estudiantes pertenecientes al sector educativo público, distribución que intentó ser reflejada en esta investigación alcanzando una proporción de 64% de la muestra perteneciente al sector escolar oficial y un 36% al sector privado.

Con respecto a la distribución por estrato socioeconómico, el Ministerio del Trabajo de Colombia en el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, indica que los estratos socioeconómicos predominantes en el municipio de Cartago son el 2 y el 3 con un reparto porcentual correspondiente a 30% y 41,3% respectivamente (87). La muestra de escolares de la presente investigación también mostró una distribución similar, indicando que los estratos socioeconómicos más preponderantes fueron el 2 y el 3 con un reparto porcentual correspondiente a 22,7% y 46,2% respectivamente. Igualmente la muestra mostró un emparejamiento en cuanto a rango de edad de los escolares evaluados, oscilando entre un 10,6% y 11,5% de escolares valorados por cada rango de edad entre los 8 y 16 años, asegurando esto que la muestra estuviera balanceada acorde al rigor y objeto de la investigación.

En cuanto al historial de fracturas de los escolares valorados, se encontró una prevalencia de fracturas por autorreporte durante el ciclo vital que alcanzó el 15,7%, otros reportes han evidenciado que la prevalencia de lesión esquelética alcanza un 46% en escolares que asisten a consulta médica por trauma (88) y la incidencia de lesión esquelética llega a ser de 20,2 fracturas por cada 1000 habitantes por año (89). Estos datos demuestran la relevancia de la salud ósea en escolares, no sólo ubicándola como factor de reserva al futuro para la prevención de la osteoporosis.

El consumo de medicamentos y suplementos nutricionales es otro factor asociado al estado general de salud de los escolares, en la presente investigación se evidenció que el consumo de medicamentos apenas alcanzaba el 9,6%, indicando una buena salud de los escolares valorados. Igualmente, el consumo de suplementos nutricionales apenas llegó a ser del 13,3%. Reportes de otros autores evidencian una prevalencia en el consumo de medicamentos que llega a ser hasta del 48%, la cual disminuye significativamente con la edad, siendo los analgésicos, antibacterianos y expectorantes los de uso más común (90), mientras que la prevalencia de consumo de suplementos nutricionales por niños en otras latitudes alcanza hasta un 46% (91) y se procura el buen uso de los suplementos nutricionales en niños y adolescentes dado que, en muchas ocasiones no se consumen adecuadamente, tanto por la ausencia ante la carencia de nutrientes o por el exceso en el consumo de los mismos sin necesidad (92).

Por otra parte, la inactividad física es uno de los fenómenos más crecientes en niños y adolescentes en América Latina, asociado a factores sociodemográficos y culturales que han provocado la instalación del sedentarismo y el confort como estilo de vida dominante (93). En la presente investigación, se encontró una prevalencia de inactividad física correspondiente al 57,4%, similar a lo reportado por otros estudios en los que se referencia una prevalencia de inactividad física que oscila entre 19% hasta un 80% (94–98). Las diferencias en la prevalencia de inactividad física en otras latitudes obedecen a características poblacionales, sociodemográficas, culturales y de carácter técnico en la selección muestral que impiden una comparación equiparada de estas poblaciones, sin embargo, se aprecia un importante incremento del sedentarismo en la infancia y la adolescencia, hecho altamente

preocupante debido no sólo a la fuerte asociación que existe entre la inactividad física en la infancia y el desarrollo de patologías cardiometabólicas en la edad adulta (99) sino al incremento de la prevalencia de síndrome metabólico en niños y adolescentes en el continente americano (100). Este escenario se favorece por ambientes escolares que no propician la práctica de la actividad física tanto por la ausencia de infraestructura adecuada como por el predominio de alimentos altamente energéticos ofrecidos a los escolares en los mismos centros educativos, todo esto potenciado además por el incremento de horas frente a pantallas digitales que los escolares de hoy en día vienen insertando en su estilo de vida (96).

Con relación a los indicadores antropométricos de adiposidad, se viene reportando desde hace ya varios años un aumento gradual de sobrepeso y obesidad en niños en Latinoamérica (93). En la presente investigación se presentó un porcentaje muy pequeño de niños con sobrepeso y obesidad, alcanzando una prevalencia del 8,5%, muy inferior a lo reportado en otros estudios donde la prevalencia de sobrepeso y obesidad en niños y adolescentes alcanza valores que oscilan entre el 22,73% y 46,2% (101–105). La relevancia que el sobrepeso y la obesidad a edades infantiles tienen para la salud pública y la carga futura que representa para los sistemas de seguridad social en diversos países convierte a esta enfermedad en foco de atención inmediata, por tanto, en este contexto, encontrar cifras de sobrepeso y obesidad bajas, en lugar de promover la disminución de esfuerzos para su control y manejo, significa un aliciente para continuar incrementando la implementación de estrategias, programas y actividades en materia de salud pública para mantener el control de esta enfermedad tan prevalente en niños, adolescentes y adultos en la era digital actual.

La presente investigación encontró una asociación estadísticamente significativa entre el estrato socioeconómico de los escolares y el nivel de actividad física, sugiriendo los datos que el pertenecer a un estrato socioeconómico alto incrementa el nivel de actividad física. Estos hallazgos se encuentran en concordancia con lo encontrado en población general, donde se evidencia que el pertenecer a un estatus socioeconómico alto, facilita la práctica y el acceso a ambientes que promueven la actividad física (106). Sin embargo, se ha evidenciado también que los adolescentes de estratos altos disminuyen la práctica de actividad física (107) mientras que otros investigadores no han reportado una asociación

significativa entre la pertenencia a un estatus socioeconómico específico y la práctica de actividad física (108), aunque es a todas luces claro que el pertenecer a estratos altos facilita la oportunidad de acceso a ambientes que promueven un estilo de vida activo (109).

En cuanto a los patrones específicos de actividad física por sexo en la presente investigación, se encontró una asociación significativa entre la actividad física y el sexo, indicando que el sexo femenino reportó ser más inactivo que sus contrapartes varones. Estos hallazgos están en concordancia con lo reportado en otros países y en Colombia (94,96–98,110–116). Dado que ha existido controversia en torno a los resultados que arrojan cuestionarios de autorreporte de actividad física en niños debido a posibles sobreestimaciones que en cuanto a práctica de actividad física se puedan obtener, llama la atención que incluso con mediciones objetivas obtenidas por acelerometría se hayan conseguido los mismos resultados, en los cuales el sexo femenino resultó ser mucho más inactivo que el sexo masculino (110,112). Se ha planteado que esta diferencia en el patrón de actividad física puede deberse a la ausencia de cultura deportiva femenina en nuestra sociedad y una mayor tendencia al movimiento en el sexo masculino que en el femenino también asociado a factores culturales (94).

Prieto-Benavides et al. (112) plantean que una mayor actividad física evidenciada en los niños puede deberse a la influencia de cuatro factores específicos que definen como fisiológicos, psicológicos, socioculturales y ecológicos. Dentro de los fisiológicos se encuentra el sexo, el cual por naturaleza, posee atributos fisiológicos de fuerza y resistencia menores que sus contrapartes varones y, por tanto no se involucran habitualmente en actividades físicas moderadas e intensas. Para estos autores, la edad también es considerada un atributo fisiológico que modifica los patrones de actividad física, evidenciándose que a medida que se incrementa la edad, ambos sexos disminuyen la cantidad de actividad física que realizan, sin embargo, en la presente investigación, no se evidenció una asociación significativa entre los patrones de actividad física y la edad de los escolares.

Con respecto a los factores socioculturales y ecológicos, Medina et al. (96) documentan que la inactividad física puede estar ligada a bajas inversiones en infraestructura en las instituciones educativas, contándose con pocos y reducidos espacios a nivel de patio de

recreos, campos abiertos e instalaciones deportivas, sumado a una baja cantidad de docentes de educación física que promuevan y estimulen la actividad física y la práctica deportiva en escolares. Igualmente, consideran alarmante la cantidad de oferta de alimentos altamente energéticos dentro y alrededor de las instituciones educativas que promueven la adopción de hábitos nutricionales que favorecen la ganancia de peso corporal, lo cual a su vez está asociado a una disminución de la práctica de actividad física con los detrimentos en salud cardiometabólicos que estos hábitos conjuntos traen consigo (117).

La presente investigación no encontró una asociación significativa entre la inactividad física y el índice de masa corporal como parámetro de adiposidad. Aunque algunos estudios reportan como normal la asociación inversa entre la actividad física y parámetros de adiposidad (102,103,113,118,119), otras investigaciones no han demostrado esta asociación, indicando que no sólo se requiere la realización de actividad física para lograr un impacto importante en índices de adiposidad sino que la actividad física requiere ser suficientemente intensa, duradera y frecuente para poder llegar a impactar en el peso y la composición corporal de niños y adolescentes (94,97,116,120). En este escenario, cobra especial interés no sólo la actividad física como variable determinante de salud sino los atributos relacionados a la condición física saludable como elementos realmente relevantes al momento de impactar la composición corporal y parámetros de salud cardiometabólicos en niños. Diversos reportes evidencian esta realidad, mostrando cómo la condición física saludable impacta positivamente en variables cardiovasculares y metabólicas en niños y adolescentes, disminuyendo la probabilidad de enfermedades crónico degenerativas en edades futuras (99,101,112,121–123).

Así, por ejemplo, Prieto Benavides et al. (112) realizaron un estudio descriptivo transversal en 149 niños y adolescentes con edad escolar entre 9 y 17 años en la ciudad de Bogotá, examinando la relación entre el nivel de actividad física valorado por acelerometría y la condición física, demostrando cómo únicamente en los escolares con un nivel de actividad física moderada y vigorosa se mostraron mejores atributos en cuanto a su condición física, evidenciando una relación inversa con índices de adiposidad, una alta correlación con la capacidad aeróbica y una alta correlación con la flexibilidad.

También en la ciudad de Bogotá, Gualteros et al. (99) analizaron la relación entre la condición física con el estado de salud en 921 escolares entre los 9 y 17 años de edad, valorando la condición física con la batería ALPHA Fitness y FITNESSGRAM y considerando como variables de la salud la tensión arterial, el cociente cintura-cadera, la composición corporal, el índice de masa corporal y la maduración sexual. Después de ajustar por sexo y maduración sexual, establecieron una relación inversa entre la condición física e índices de adiposidad tanto por impedanciometría como por antropometría, concluyendo que los escolares con bajos niveles de condición física muestran un incremento 6 veces mayor en su grasa corporal, 4 veces mayor riesgo de sobrepeso y obesidad y 2,4 veces mayor riesgo de presencia de obesidad abdominal por incremento en la circunferencia de la cintura que escolares con buena condición física.

Por su parte, en Chile, Muros et al. (121) examinaron también la relación entre la composición corporal e índices de sobrepeso y obesidad con la realización de actividad física y la condición física en 515 escolares con una media de edad de 10,6 años, encontrando que los escolares del sexo masculino con peso normal calificaron mejor en los valores estimados de su consumo máximo de oxígeno que los escolares con sobrepeso y obesidad. Dado que en estos escolares encontraron una prevalencia de sobrepeso y obesidad del 55%, alientan en la importancia del diseño e implementación de intervenciones que promuevan la mejora de la condición física en escolares.

También en Chile, Delgado Floody et al. (101) compararon la condición física de 100 escolares entre los 12 y 15 años de edad con su estado nutricional y los niveles de glucosa en sangre en ayunas. Encontraron una mayor prevalencia de obesidad y sobrepeso en niñas correspondiente al 22,73%, un incremento de la circunferencia abdominal en los niños obesos con un concomitante aumento del tiempo empleado para caminar 400 metros y con incremento de sus valores de glucosa en ayuno, exponiéndolos a un alto riesgo de síndrome metabólico al futuro.

En España, Gálvez Casas et al. (122) analizaron la relación entre el peso corporal y el nivel de condición física mediante la batería ALPHA Fitness en 216 escolares con edades

comprendidas entre 8 y 11 años. Sus resultados indicaron que los escolares con niveles superiores de condición física presentan una mayor tendencia a encontrar un peso corporal normal, sugiriendo la implementación de programas escolares que mejoren la condición física de los estudiantes al igual que el incremento en las horas de educación física del currículo escolar, especialmente centrado en la mejora conjunta de parámetros nutricionales y de la condición física.

Por su parte, Guillamón et al. (123) valoraron la relación entre el nivel de actividad física con el test corto AF Krccece-Plus y la condición física con la batería ALPHA Fitness de 298 escolares entre los 8 y 12 años edad con la calidad de la dieta mediante cuestionarios, reportando que tanto el nivel de actividad física como la condición física de estos escolares posee una relación positiva y bidireccional; igualmente, estas variables mostraron una relación positiva con la calidad de la dieta de los escolares evaluados, sugiriendo estos datos que los escolares activos y de buena condición física, no sólo tiene una mejor salud per se, sino una tendencia a un mejor patrón nutricional que los escolares con bajos niveles de actividad física y de condición física.

Con este panorama, una buena condición física de niños y adolescentes escolares así como altos niveles de actividad física, especialmente vigorosa, se asocian a mejores condición de salud en la edad escolar, sin embargo, las altas cifras de sedentarismo, sobrepeso y obesidad que se vienen presentando en escolares, proponen la necesidad imperante del desarrollo de estrategias públicas y privadas que propendan por el incremento de la actividad física de niños y niñas en edad escolar. Sin embargo, los intentos por mejorar esta situación no son muy alentadores, por ejemplo, Carrillo-Cubides et al. (111), ante esta problemática compararon los resultados en el estado de la condición física que provoca la modificación del currículo escolar con énfasis en el componente de actividad física, recreación y deportes frente al currículo convencional en una muestra de 248 niños en un rango de edad entre 13 y 14 años de la ciudad de Bogotá. La condición física la evaluaron también mediante la batería ALPHA Fitness, encontrando la inexistencia de diferencias estadísticamente significativas entre los dos programas curriculares contrastados tanto a nivel de condición física como de índices de adiposidad, sugiriendo estos datos que la modificación del currículo para el caso

de estos escolares de esta muestra no ofreció cambios positivos en los parámetros de la condición física y que se hace necesario replantear estrategias de intervención que puedan llegar a impactar de manera real la inactividad física en la edad escolar.

Otro aspecto a considerar por varios autores con respecto a la inactividad física en escolares es la dedicación cada vez mayor de niños y adolescentes a pasar su tiempo de ocio frente a pantallas digitales. En este sentido, Muros et al. (118) señalan que los menores niveles de actividad física de escolares se presentan en aquellos niños y adolescentes que pasan más tiempo delante de pantallas digitales y por aquellos que más se alejan de dietas saludables, siendo éstos los que también poseen una composición corporal menos saludable. Igualmente, Prieto-Benavides et al. (112) también advierten que aquellos escolares con menos de dos horas al día de exposición a pantallas digitales mostraron 1,8 veces mayor oportunidad de cumplir las recomendaciones de actividad física para la salud, en línea con lo reportado por Arriscado et al. (113) quienes evidenciaron una relación inversa entre el tiempo utilizado frente a pantallas digitales y la condición física.

Todos estos datos advierten acerca de la necesidad de intervenciones integrales intramurales y extramurales que propicien verdaderos cambios motivacionales y actitudinales de estudiantes, docentes y acudientes frente a la necesidad del mejoramiento de la salud de esta población, incrementando las posibilidades de movimiento corporal circunscritas y adaptadas a las características fisiológicas, psicológicas, socioculturales y ecológicas de cada microambiente escolar, dado que, hasta el momento presente, las estrategias formuladas no han logrado disminuir las tasas de sedentarismo sobrepeso y obesidad que se vienen reportando desde hace varios años en Latinoamérica.

En cuanto a los resultados de las variables antropométricas requeridas para la elaboración del modelo predictivo de DMO planteado en esta investigación, se encontraron valores muy similares para cada una de las variables usadas en la muestra de escolares cartagüesños frente a lo encontrado por Gómez-Campos et al. (38) en su muestra de escolares chilenos. De igual forma, las variables empleadas para el cálculo de la velocidad pico de crecimiento presentaron valores muy cercanos en la muestra de escolares cartagüesños como en la muestra

de escolares brasileños de Gómez-Campos et al. (81). Lo anterior produjo que tanto la VPC como la DMO obtuvieran valores próximos en estas muestras, obteniéndose una VPC correspondiente a los 14 años en los niños y cercana a los 12 años en las niñas; en cuanto a los valores de DMO a la VPC, se obtuvo un valor de $0,99 \text{ g/cm}^2$ en la muestra de niños cartagüesños frente a $0,93 \text{ g/cm}^2$ en niños chilenos y de $0,77 \text{ g/cm}^2$ en niñas cartagüesñas frente a $0,82 \text{ g/cm}^2$ en niñas chilenas.

Con base en estos resultados, el modelo de regresión lineal de esta investigación arrojó como variables predictoras de la densidad mineral ósea en escolares cartagüesños la edad, el sexo, la altura sedente, la longitud de antebrazo derecho y el diámetro biepicondilar femoral prediciendo estas variables el 95% de la variabilidad de la DMO con un R^2 ajustado con valor de $= 0,955$ y un error de estimación estándar para la DMO correspondiente a $0,027 \text{ g/cm}^2$. Estos resultados se encuentran en acuerdo con lo reportado por Gómez-Campos et al. (38) quienes reportan como variables predictoras de la DMO características antropométricas correspondientes a la longitud de antebrazo y diámetro del fémur una vez contrastadas con mediciones por DXA. También, Miller et al. (124), encontraron que variables como la altura vertical, el diámetro biestiloideo, el diámetro biepicondilar humeral y el diámetro biacromial fueron igualmente predictores de la DMO. Por su parte Silva et al. (125) determinaron que la edad de desarrollo biológico, el peso corporal y la altura vertical también fueron predictores de la DMO en varones adolescentes.

También, Shih et al. (126) demostraron cómo el índice de masa corporal y la edad fueron predictores de la masa músculo-esquelética, mientras que Elia et al. (127) han sugerido la superioridad de la bioimpedanciometría para la estimación de la masa muscular en comparación con el método antropométrico.

Otros autores, aunque no han estimado la DMO específicamente, han intentado predecir la masa músculo-esquelética también contrastando con mediciones con DXA tanto en niños como en adolescentes, encontrando que variables como la altura vertical, el sexo, el área muscular del brazo, el área muscular del muslo, el área muscular de la pierna y el peso pueden predecir esta variable (128,129).

Las correlaciones observadas en estas investigaciones y la nuestra entre la DMO y las variables antropométricas parecen estar apoyadas principalmente en la dependencia de la DMO con la longitud de los huesos y su diámetro, es decir, la presencia de huesos cortos y de pobre diámetro se relacionan con bajos niveles de densidad mineral ósea con sus consecuencias en materia de salud ósea tanto agudas como crónicas (38).

En este escenario, las variables antropométricas toman un valor inestimable dado que, con mediciones simples de bajo costo fácilmente aplicables a grandes poblaciones se puede llegar a un acercamiento bastante preciso de la salud ósea en niños y adolescentes, lo cual permite toma de decisiones efectivas para la promoción de la salud y prevención de la enfermedad músculo-esquelética a edades tempranas fortaleciendo las acciones de detección temprana y protección específica en materia de salud en población colombiana.

Dentro de las principales limitaciones de esta investigación se encontró el hecho de no haberse podido contrastar la predicción de la DMO por método antropométrico con mediciones de esta variable mediante tecnología DXA, lo cual obliga a una posterior validación cruzada de los resultados de esta investigación en torno al modelo predictivo propuesto frente a otros modelos en distintas poblaciones.

Asimismo, llama sorprendentemente la atención la inexistencia de una relación estadísticamente significativa entre la actividad física y la DMO en esta investigación, en especial cuando se ha demostrado consistentemente esta relación en otras investigaciones (130–132). Sin embargo, es importante dimensionar que tanto la intensidad de la actividad física así como su impacto mecánico parecen ofrecer los estímulos específicos necesarios para el incremento de la DMO alrededor de la VPC (133,134). Por tanto, tomando en cuenta esta consideración, es posible que se requieran mediciones más específicas de la condición física saludable para obtener relaciones positivas con DMO.

Dadas estas consideraciones, se hace necesario al futuro realizar validaciones cruzadas de los resultados del modelo predictivo de esta investigación involucrando muestras en las cuales se apliquen modelos predictivos de otras latitudes y se contrasten con el modelo propuesto

por los resultados de esta investigación, lo cual permitirá concluir la validez del modelo en población colombiana. Igualmente, es importante involucrar variables específicas de la condición física, especialmente aquellas vinculadas a la fuerza muscular debido a su potencial para alcanzar relaciones estadísticamente significativas con la DMO, variable altamente sensible al estado de fuerza y potencia muscular.

En conclusión, los resultados de esta investigación arrojan un primer modelo de predicción de DMO en escolares cartagüesinos vinculado a variables antropométricas que permiten la estimación de la salud ósea en niños y adolescentes de la región sur-occidente colombiana el cual requiere de validación cruzada posterior. Este modelo predictivo permitirá identificar niños y adolescentes con problemas en su mineralización ósea durante edades sensibles de rápido crecimiento, permitiendo la implementación futura de estos resultados en el ámbito de la detección temprana y protección específica en salud de escolares colombianos.

10 CONCLUSIONES

- Los escolares cartagüesños evaluados en esta investigación presentaron una distribución equitativa por sexo y acorde al sector educativo oficial y privado reportado por el DANE. Igualmente, se obtuvo una representación socioeconómica reflejo de las cifras indicadas por el informe del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en la ciudad de Cartago.
- La prevalencia de fracturas por autorreporte en los escolares cartagüesños alcanzó un 15,7%, cifra inferior a las reportadas en otras latitudes. Igual comportamiento mostró el consumo de medicamentos y suplementos nutricionales que llegó a ser de 9,6% y 13,3% respectivamente en estos escolares, valores menores a los reportados en otras poblaciones.
- La prevalencia de inactividad física en los escolares cartagüesños fue de 57,4%, similar a lo reportado en otros países en Latinoamérica en niños y adolescentes, cuyas variaciones han sido asociadas a factores fisiológicos, psicológicos, socioculturales y ecológicos.
- La prevalencia de sobrepeso y obesidad en la muestra de escolares cartagüesños alcanzó el 8,5%, muy inferior a lo reportado en otros países de Latinoamérica, poseyendo los escolares cartagüesños una línea de base protectora frente a la epidemia de obesidad y sobrepeso que viven actualmente las américas.
- Las variables antropométricas utilizadas para la elaboración del modelo predictivo de densidad mineral ósea de los escolares cartagüesños son similares a las encontradas en Chile y Brasil, lo que indica una proporcionalidad de estas medidas entre escolares pertenecientes a estos países, posibilitando la formulación de modelos predictivos de densidad mineral ósea semejantes en estas poblaciones.

- Se presentó una asociación estadísticamente significativa entre el estrato socioeconómico y el sexo en la muestra de escolares cartagüenses, sin embargo, el estrato fue excluido en el modelo de regresión lineal mientras que el sexo continuó siendo una variable altamente vinculada con la salud ósea en estos escolares.
- Las variables predictoras de la densidad mineral ósea en esta investigación fueron coincidentes con lo encontrado en otros estudios, sugiriendo que el sexo, la edad, la talla sedente, la longitud del antebrazo y el diámetro biepicondilar femoral son importantes predictores de la densidad mineral ósea en escolares cartagüenses.

11 RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta los resultados de esta investigación, se sugiere realizar validación cruzada posterior del modelo predictivo de densidad mineral ósea obtenido para escolares cartagüesños al no contar con una comparación de la densidad mineral ósea resultado de la valoración por el estándar de oro conocido como DXA. Por tanto, se hace necesaria la validación por comparación con otros modelos predictivos de densidad mineral ósea en otras muestras de niños y adolescentes colombianos para determinar confirmación y vigencia del modelo predictivo en escolares cartagüesños.
- Se recomienda en posteriores estudios que involucren la relación entre actividad física y salud músculo-esquelética, la inclusión de variables relacionadas con la condición física, especialmente, aquellas ligadas al rendimiento muscular dado que pueden ser más sensibles a encontrar una relación positiva con la densidad mineral ósea. En este sentido, se sugiere incluir este tipo de variables en la elaboración de modelos predictivos posteriores de densidad mineral ósea fortaleciendo así su nivel predictivo.
- Debido a las limitaciones en cuanto a objetividad se refiere de los cuestionarios de autorreporte de actividad física, se sugiere en posteriores estudios la inclusión de dispositivos objetivos que logren captar más fehacientemente la actividad física de los escolares. Estos dispositivos, conocidos como acelerómetros agregarían una variable más potente que podría contribuir de manera significativa en los resultados de modelos predictivos futuros.
- Idealmente, la utilización del estándar de oro DXA para la elaboración de modelos predictivos de densidad mineral ósea, podría resolver eficazmente los inconvenientes ligados a las limitaciones del modelo predictivo elaborado en esta investigación, sin embargo, las barreras éticas ligadas a su utilización en niños y adolescentes coartan su aplicación en este tipo de población. En este escenario se sugiere como variante la posibilidad de inclusión de otras tecnologías como la ultrasonografía para poder

determinar de manera directa la relación de las variables antropométricas con la densidad mineral ósea en futuras investigaciones

- Se recomienda la inclusión e implementación de los pronósticos de DMO y VPC en los programas de detección temprana y atención específica emanados de la resolución 412 de 2000 del Ministerio de Salud de Colombia dado que este tipo de pronósticos permitiría un mejor abordaje a nivel biológico, psicológico y social en salud de la población infantil y adolescente colombiana.
- Se sugiere implementar este tipo de valoración predictiva del estado de salud ósea y de maduración biológica en el ámbito educativo y de rendimiento deportivo, en ambos casos, los aportes en cuanto a procesos de crecimiento y desarrollo y de aptitud para soportar la exigencia deportiva serían de incommensurable valor tanto para el educador físico como para los entrenadores deportivos.
- La densidad mineral ósea como variable vinculada a la salud ósea de niños y adolescentes, debe ser centro de atención de los sistemas de protección temprana y atención específica del modelo de promoción de la salud y prevención de la enfermedad en infantes y adolescentes dada la vinculación existente entre la construcción de reserva ósea en estas edades y la probabilidad de osteoporosis en el futuro. En este sentido, la presente investigación cobra importancia capital y los esfuerzos por construir modelos válidos de predicción de salud ósea en niños colombianos deben continuar, lo que permitirá fortalecer la atención en cuanto a promoción de la salud músculo-esquelética en nuestra población se refiere.

12 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ma NS, Gordon CM. Pediatric osteoporosis: Where are we now? *J Pediatr* [Internet]. 2012;161(6):983–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jpeds.2012.07.057>
2. Kang MJ, Hong HS, Chung SJ, Lee YA, Shin CH, Yang SW. Body composition and bone density reference data for Korean children, adolescents, and young adults according to age and sex: results of the 2009–2010 Korean National Health and Nutrition Examination Survey (KNHANES). *J Bone Miner Metab*. 2016;34(4):429–39.
3. Stagi S, Cavalli L, Iurato C, Seminara S, Brandi ML, De Martino M. Bone health in children and adolescents: The available imaging techniques. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2013;10(3):166–71.
4. Loomba-Albrecht LA, Styne DM. Effect of puberty on body composition. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2009;16(1):10–5.
5. Sopher AB, Fennoy I, Oberfield SE. An update on childhood bone health: Mineral accrual, assessment and treatment. *Curr Opin Endocrinol Diabetes Obes*. 2015;22(1):35–40.
6. Golden NH, Abrams SA. Optimizing bone health in children and adolescents. *Pediatrics*. 2014;134(4):e1229–43.
7. Pekkinen M, Viljakainen H, Saarnio E, Lamberg-Allardt C, Mäkitie O. Vitamin D is a major determinant of bone mineral density at school age. *PLoS One*. 2012;7(7):e40090.
8. Sawyer AJ, Bachrach LK. Rationale for bone densitometry in childhood and adolescence. In: Sawyer AJ, Bachrach LK, Fung EB, editors. *Bone densitometry in growing patients: Guidelines for clinical practice*. Totowa, New Jersey: Humana Press; 2007.
9. Horlick M, Wang J, Pierson RN, Thornton JC. *Prediction Models for Evaluation of*

Total-Body Bone Mass With Dual-Energy X-Ray Absorptiometry Among Children and Adolescents. *Pediatrics*. 2004;114(3):e337–45.

10. Buttazzoni C, Rosengren BE, Karlsson C, Dencker M, Nilsson JÅ, Karlsson MK. A pediatric bone mass scan has poor ability to predict peak bone mass: An 11-year prospective study in 121 children. *Calcif Tissue Int*. 2015;96(5):379–88.
11. Andreoli A, Monteleone M, Van Loan M, Promenzio L, Tarantino U, De Lorenzo A. Effects of different sports on bone density and muscle mass in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2001;33(4):507–11.
12. Baxter-Jones ADG, Faulkner RA, Forwood MR, Mirwald RL, Bailey DA. Bone mineral accrual from 8 to 30 years of age: An estimation of peak bone mass. *J Bone Miner Res*. 2011;26(8):1729–39.
13. Ackerman KE, Misra M. Bone health and the female athlete triad in adolescent athletes. *Phys Sportsmed*. 2011;39(1):131–41.
14. Bachrach LK, Sills IN, Kaplowitz PB, Varma SK, Bloch CA, Clarke WL, et al. Clinical report - Bone densitometry in children and adolescents. *Pediatrics*. 2011;127(1):189–94.
15. Yeste D, Clemente M, Campos A, Fábregas A, Soler L, Carrascosa A. Osteoporosis en pediatría. *Rev Esp Endocrinol Pediatr*. 2017;8 (Supl)(1):73–85.
16. Tucker KL, Morita K, Qiao N, Hannan MT, Cupples LA, Kiel DP. Colas , but not other carbonated beverages , are associated with low bone mineral density in older women : The Framingham osteoporosis study. *Am J Clin Nutr*. 2006;84(4):936–42.
17. Rojano-Mejía D, Aguilar-Madrid G, López-Medina G, Cortes-Espinosa L, Hernández-Chiu MC, Canto-Cetina T, et al. Risk factors and impact on bone mineral density in postmenopausal Mexican mestizo women. *Menopause*. 2011;18(3):302–6.
18. Waugh EJ, Lam MA, Hawker GA, McGowan J, Papaioannou A, Cheung AM, et al. Risk factors for low bone mass in healthy 40-60 year old women: A systematic review of the literature. *Osteoporos Int*. 2009;20(1):1–21.

19. Seclén-Palacín JA, Jacoby ER. Factores sociodemográficos y ambientales asociados con la actividad física deportiva en la población urbana del Perú. *Rev Panam Salud Publica*. 2003;14(4):255–64.
20. World Health Organization. *Obesity: Preventing and managing the global epidemic*. Geneva; 2000.
21. Peña Arrebola A. Efectos del ejercicio físico sobre la masa ósea y la osteoporosis. *Rehabilitación* [Internet]. 2003;37(6):339–53. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120\(03\)73405-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0048-7120(03)73405-7)
22. Karlsson MK, Nordqvist A, Karlsson C. Physical activity increases bone mass during growth. *Food Nutr Res*. 2008;52(1):1871.
23. Vélez E, Arango F. ¿Tiene el ejercicio algún efecto benéfico en el mantenimiento y recuperación de la salud ósea? In: Patiño F, Márquez J, editors. *Actividad física y ejercicio físico en salud: Retos en un contexto globalizado*. Medellín: Funámbulos Editores; 2009. p. 95–109.
24. Hui SL, Slemenda CW, Johnston CC. Age and bone mass as predictors of fracture in a prospective study. *J Clin Invest*. 1988;81(6):1804–9.
25. Gunter KB, Almstedt HC, Janz KF. Physical activity in childhood may be the key to optimizing lifespan skeletal health. *Exerc Sport Sci Rev*. 2012;40(1):13–21.
26. Plaza-Carmona M, Ubago-Guisado E, Sánchez-Sánchez J, Felipe JL, Fernández-Luna A, García-Unanue J, et al. Body composition and physical fitness in prepubertal girls swimmers and soccer players. *J Sport Heal Res* [Internet]. 2013;5(3):251–8. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=99622210&site=ehost-live>
27. Plaza-Carmona M, Vicente-Rodriguez G, Martín-García M, Burillo P, Felipe JL, Mata E, et al. Influence of hard vs. soft ground surfaces on bone accretion in prepubertal footballers. *Int J Sports Med*. 2014;35(1):55–61.

28. Ubago-Guisado E, Gómez-Cabello A, Sánchez-Sánchez J, García-Unanue J, Gallardo L. Influence of different sports on bone mass in growing girls. *J Sports Sci* [Internet]. 2015;33(16):1710–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2015.1004639>
29. Hayslip CC, Klein TA, Wray LH, Duncan WE. The effects of lactation on bone mineral content in healthy postpartum women. *Obstet Gynecol*. 1989;73(4):588–92.
30. Affinito P, Tommaselli GA, Di Carlo C, Guida F, Nappi C. Changes in bone mineral density and calcium metabolism in breastfeeding women: A one year follow-up study. *J Clin Endocrinol Metab*. 1996;81(6):2314–8.
31. López JM, González G, Reyes V, Campino C, Díaz S. Bone turnover and density in healthy women during breastfeeding and after weaning. *Osteoporos Int*. 1996;6(2):153–9.
32. Kalkwarf HJ, Specker BL, Ho M. Effects of calcium supplementation on calcium homeostasis and bone turnover in lactating women. *J Clin Endocrinol Metab*. 1999;84(2):464–70.
33. Polatti F, Capuzzo E, Viazzo F, Colleoni R, Klersy C. Bone mineral changes during and after lactation. *Obstet Gynecol*. 1999;94(1):52–6.
34. Gordon CM, Bachrach LK, Carpenter TO, Crabtree N, El-Hajj Fuleihan G, Kutilek S, et al. Dual energy X-ray absorptiometry interpretation and reporting in children and adolescents: The 2007 ISCD pediatric official positions. *J Clin Densitom Assess Skelet Heal*. 2008;11(1):43–58.
35. Bachrach LK. Osteoporosis and measurement of bone mass in children and adolescents. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 2005;34(3):521–35.
36. Baroncelli GI, Saggese G. Critical ages and stages of puberty in the accumulation of spinal and femoral bone mass: The validity of bone mass measurements. *Horm Res Paediatr*. 2000;54(1):2–8.
37. Rizzoli R, Bianchi ML, Garabédian M, McKay HA, Moreno LA. Maximizing bone

mineral mass gain during growth for the prevention of fractures in the adolescents and the elderly. *Bone* [Internet]. 2010;46(2):294–305. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2009.10.005>

38. Gómez-Campos R, Andruske CL, De Arruda M, Urra Albornoz C, Cossio-Bolaños M. Proposed equations and reference values for calculating bone health in children and adolescent based on age and sex. *PLoS One*. 2017;12(7):e0181918.
39. Organización Mundial de la Salud. Estrategia Mundial de la Organización Mundial de la Salud sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud [Internet]. 57 Asamblea Mundial de la Salud - WHA57.17. 2004. Available from: http://www.who.int/dietphysicalactivity/strategy/eb11344/strategy_spanish_web.pdf
40. Reuter C, Stein CE, Vargas DM. Massa óssea e composição corporal em estudantes universitários. *Rev Assoc Med Bras*. 2012;58(3):328–34.
41. Boot AM, De Ridder MAJ, Pols HAP, Krenning EP, De Muinck Keizer-Schrama sabine MPF. Bone mineral density in children and adolescents: Relation to puberty, calcium intake, and physical activity. *J Clin Endocrinol Metab*. 1997;82(1):57–62.
42. Del Rio L, Carrascosa A, Pons F, Gusinyé M, Yeste D, Domenech FM. Bone mineral density of the lumbar spine in white mediterranean spanish children and adolescents: Changes related to age, sex, and puberty. *Pediatr Res*. 1994;35(3):362–6.
43. Gonçalves EM, Ribeiro RR, De Carvalho WRG, De Moraes AM, Roman EP, Santos KD, et al. Brazilian pediatric reference data for quantitative ultrasound of phalanges according to gender, age, height and weight. *PLoS One*. 2015;10(6):1–16.
44. Ministerio de Salud y la Protección Social. Normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud. Ministerio de Salud y Protección Social, República de Colombia Colombia; 1993.
45. Aznar-Laín S, Webster T. Actividad física y salud en la infancia y la adolescencia. Guía para todas las personas que participan en educación. Ministerio de Educación y Ciencia - Ministerio de Sanidad y Consumo; 2006.

46. Moreno LA, Gracia-Marco L. Prevención de la obesidad desde la actividad física: del discurso teórico a la práctica. *An Pediatría* [Internet]. 2012;77(2):136.e1-136.e6. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anpedi.2012.04.011>
47. Cooper C, Gampion G, Melton LJ. Hip fractures in the elderly: A world-wide projection. *Osteoporos Int*. 1992;2(6):285–9.
48. Gracia-Marco L, Rey-López JP, Santaliestra-Pasías AM, Jiménez-Pavón D, Díaz LE, Moreno LA, et al. Sedentary behaviours and its association with bone mass in adolescents: The HELENA cross-sectional study. *BMC Public Health*. 2012;12(1):971.
49. Vicente-Rodríguez G, Ortega FB, Rey-López JP, España-Romero V, Blay VA, Blay G, et al. Extracurricular physical activity participation modifies the association between high TV watching and low bone mass. *Bone* [Internet]. 2009;45(5):925–30. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2009.07.084>
50. Glastre C, Braillon P, David L, Cochat P, Meunier PJ, Delmas PD. Measurement of bone mineral content of the lumbar spine by dual energy x-ray absorptiometry in normal children: correlations with growth parameters. *J Clin Endocrinol Metab*. 1990;70(5):1330–3.
51. Matkovic V, Fontana D, Tominac C, Goel P, Chesnut CH. Factors that influence peak bone mass formation: A study of calcium balance and the inheritance of bone mass in adolescent females. *Am J Clin Nutr*. 1990;52(5):878–88.
52. MacKelvie KL, Khan KM, McKay HA. Is there a critical period for bone response to weight-bearing exercise in children and adolescents? A systematic review. *Br J Sports Med*. 2002;36(4):250–7.
53. Lobstein T, Baur L, Uauy R. Obesity in children and young people: A crisis in public health. *Obes Rev*. 2004;5(Suppl. 1):4–85.
54. Lehtonen-Veromaa M, Möttönen T, Nuotio I, Heinonen OJ, Viikari J. Influence of physical activity on ultrasound and dual-energy X-ray absorptiometry bone

- measurements in peripubertal girls: A cross-sectional study. *Calcif Tissue Int.* 2000;66(4):248–54.
55. Marcus R. Role of exercise in preventing and treating osteoporosis. *Rheum Dis Clin North Am.* 2001;27(1):131–41.
 56. Merrilees M j., Smart EJ, Gilchrist NL, Frampton C, Turner JG, Hooke E, et al. Effects of dairy food supplements on bone mineral density in teenage girls. *Eur J Nutr.* 2000;39(6):256–62.
 57. Alwis G, Linden C, Ahlborg HG, Dencker M, Gardsell P, Karlsson MK. A 2-year school-based exercise programme in pre-pubertal boys induces skeletal benefits in lumbar spine. *Acta Paediatr.* 2008;97(11):1564–71.
 58. Grampp S, Genant HK, Mathur A, Lang P, Jergas M, Takada M, et al. Comparisons of noninvasive bone mineral measurements in assessing age- related loss, fracture discrimination, and diagnostic classification. *J Bone Miner Res.* 1997;12(5):697–711.
 59. Marshall D, Johnell O, Wedel H. Meta-analysis of how well measures of bone mineral density predict occurrence of osteoporotic fractures. *BMJ* [Internet]. 1996;312(7041):1254–9. Available from: <http://www.bmj.com/cgi/doi/10.1136/bmj.312.7041.1254>
 60. Gómez Alonso C. Valores de la densidad mineral ósea (BMD) en columna lumbar y cadera de la población sana española. In: Díaz Curiel M, Díez Pérez A, Gómez Alonso C, FHOEMO, SEIOMM, RPR, editors. *Nuevas fronteras en el estudio de la densidad ósea en la población española.* Alcorcón, Madrid; 1996. p. 73–94.
 61. Diaz Curiel M, Carrasco De La Peña JL, Honorato Perez J, Perez Cano R, Rapado A, Ruiz Martinez I. Study of bone mineral density in lumbar spine and femoral neck in a spanish population. *Osteoporos Int.* 1997;7(1):59–64.
 62. Ali GY, Abdelbary EE, Albuali WH, AboelFetoh NM, AlGohary EH. Bone mineral density & bone mineral content in Saudi children, risk factors and early detection of their affection using dual-emission X-ray absorptiometry (DEXA) scan. *Egypt Pediatr*

Assoc Gaz [Internet]. 2017;65(3):65–71. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.epag.2017.03.005>

63. Xu H, Chen JX, Zhang TM, Gong J, Wu QL, Wang JP. Correlation between hand and total body bone density in normal Chinese children. *Bone*. 2007;41(3):360–5.
64. International Society for the Advancement of Kinanthropometry. International standards for anthropometrics assessment [Internet]. 2001. Available from: <http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&ved=>
65. Sillero Quintana M. Módulo de Kineantropometría. Texto guía. Madrid - España: Facultad de Ciencias de Actividad Física y del Deporte I.N.E.F; 2006.
66. Gonzalez Caballero P, Ceballos Días J. Manual de antropometría [Internet]. 2003. Available from: <http://ict.udg.co.cu/educación física/medicina deportiva.pdf>
67. Ross WD, Marfell-Jones MJ. Kinanthropometry. Physiological testing of the high-performance athlete. Champaign, Illinois: Human kinetics; 1991. 223–308 p.
68. Mirwald RL, Baxter-Jones ADG, Bailey DA, Beunen GP. An assessment of maturity from anthropometric measurements. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2002;34(4):689–94. Available from: <https://insights.ovid.com/crossref?an=00005768-200204000-00020>
69. Janz K. Physical activity and bone development during childhood and adolescence: Implications for the prevention of osteoporosis. *Minerva Pediatr*. 2002;54(2):93–104.
70. Henderson KN, White CP, Eisman JA. The roles of exercise and fall risk reduction in the prevention of osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 1998;27(2):369–87.
71. Muñoz MT, Barrios V, Garrido G, Argente J. Ejercicio físico y masa ósea en adolescentes deportistas. *Rev Esp Pediatría*. 2003;59(1):61–9.
72. Carrascosa A, Yeste D, Audi L. Crecimiento y mineralización del tejido óseo. In:

Argente J, Carrascosa A, Gracia R, Rodriguez F, editors. Tratado de Endocrinología Pediátrica y de la Adolescencia. Doyma; 2000. p. 113–30.

73. Muñoz Calvo MT, Garrido Pastor G. Aspectos nutricionales endocrinológicos en adolescentes deportistas. *Rev Esp Pediatría*. 2001;57(1):106–20.
74. Council NR. Recommended dietary allowances. 10th ed. Washington DC: National Academy of Press; 1989. 24–38 p.
75. Webster BL, Barr SI. Calcium intakes of adolescent female gymnasts and speed skaters: Lack of association with dieting behavior. *Int J Sport Nutr*. 1995;5(1):2–12.
76. Heaney RP. Pathophysiology of Osteoporosis. *Endocrinol Metab Clin North Am*. 1998;27(2):255–65.
77. Magnuson H, Lindén C, Karlsson C, Obrant KJ, Karlsson MK. Exercise may induce reversible low bone mass in unloaded and high bone mass in weight-loaded skeletal regions. *Osteoporos Int*. 2001;12(11):950–5.
78. Matsumoto T, Nakagawa S, Nishida S, Hirota R. Bone density and bone metabolic markers in active collegiate athletes: Findings in long-distance runners, judoists, and swimmers. *Int J Sports Med*. 1997;18(06):408–12.
79. Herazo-Beltrán AY, Domínguez-Anaya R. Confiabilidad del cuestionario de actividad física en niños colombianos. *Rev Salud Publica (Bogota)* [Internet]. 2012;14(5):802–9. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24652359>
80. Martínez-Gómez D, Martínez-de-Haro V, Pozo T, Welk GJ, Villagra A, Calle ME, et al. Fiabilidad y validez del cuestionario de actividad física PAQ-A en adolescentes españoles. *Rev Esp Salud Pública*. 2009;83(3):427–39.
81. Gomez Campos R, Hespanhol JE, Portella D, Vargas Vitoria R, De Arruda M, Cossio-Bolanos MA. Predicción de la maduración somática a partir de variables antropométricas: validación y propuesta de ecuaciones para escolares de Brasil. *Nutr Clin y Diet Hosp*. 2012;32(3):7–17.

82. Kanis JA, McCloskey E V., Johansson H, Cooper C, Rizzoli R, Reginster JY. European guidance for the diagnosis and management of osteoporosis in postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2013;24(1):23–57.
83. González LA, Vásquez GM, Molina JF. Epidemiología de la osteoporosis. *Rev Colomb Reumatol* [Internet]. 2009;16(1):61–75. Available from: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-81232009000100005
84. Schurman L, Bagur A, Claus-hermberg H, Messina OD, Negri AL, Sánchez A, et al. Guías 2012 para el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de la osteoporosis. *Actual Osteol*. 2013;9(2):123–53.
85. García J, Guerrero ÉA, Terront A, Molina JF, Pérez C, Jannaut MJ, et al. Costs of fractures in women with osteoporosis in Colombia. *Acta Medica Colomb*. 2014;39(1):46–56.
86. Estadística DAN de. Informe estadístico de matrícula en niveles educativos por sector y grados según sexo [Internet]. 2018 [cited 2019 Aug 31]. Available from: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/educacion/poblacion-escolarizada/educacion-formal#informacion-2018-por-secretaria-de-educacion>
87. Trabajo M del, Desarrollo P de las NU para el. Perfil productivo municipio de Cartago. Cartago: RED ORMED; 2013. p. 1–103.
88. Osornio-Ruiz JL, Martínez-Ibarra IS, Torres-González R, Reyes-Hernández RI. Lesiones traumáticas en niños que requieren hospitalización. Un serio problema de salud. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*. 2007;45(2):133–40.
89. Rennie L, Court-Brown CM, Mok JYQ, Beattie TF. The epidemiology of fractures in children. *Injury*. 2007;38(8):913–22.
90. Santos DB, Barreto ML, Coelho HLL. Drug use and associated factors in children living in poor areas. *Rev Saude Publica*. 2009;43(5):768–78.
91. Rock CL. Multivitamin-multimineral supplements: Who uses them? *Am J Clin Nutr*.

2007;85(1):277–9.

92. O'Dea JA. Consumption of nutritional supplements among adolescents: Usage and perceived benefits. *Health Educ Res.* 2003;18(1):98–107.
93. Jacoby E, Bull F, Neiman A. Cambios acelerados del estilo de vida obligan a fomentar la actividad física como prioridad en la Región de las Américas. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Heal.* 2003;14(4):223–8.
94. Giraldo D, Poveda E, Forero Y, Mendivil C, Castro L. Actividad física autorreportada, comparación con indicadores antropométricos de grasa corporal en un grupo de escolares de Bogotá y de cinco departamentos del centro-oriente, Colombia 2000-2002. *Biomédica.* 2008;28(3):386–95.
95. Perula de Torres LA, Ruiz Moral R, Espejo Espejo J, Tapia G, Mengual Luque P. Prevalencia de actividad física y su relación con variables sociodemográficas y ciertos estilos de vida en escolares cordobeses. *Rev Esp Salud Pública.* 1998;72:233–44.
96. Medina C, Jáuregui A, Campos-Nonato I, Barquera S. Prevalencia y tendencias de actividad física en niños y adolescentes: resultados de Ensanut 2012 y Ensanut MC 2016. *Salud Publica Mex.* 2018;60(3):263–71.
97. Cano Garcinuño A, Prez Garca I, Casares Alonso I, Alberola Lpez S. Determinantes del nivel de actividad física en escolares y adolescentes: Estudio OPACA. *An Pediatr.* 2011;74(1):15–24.
98. Lavielle-Sotomayor P, Pineda-Aquino V, Jáuregui-Jiménez O, Castillo-Trejo M. Actividad física y sedentarismo: Determinantes sociodemográficos, familiares y su impacto en la salud del adolescente. *Rev salud pública.* 2014;16(2):161–72.
99. Gualteros JA, Torres JA, Umbarila-Espinosa LM, Rodríguez-Valero FJ, Ramírez-Vélez R. Una menor condición física aeróbica se asocia con alteraciones del estado de salud en niños y adolescentes de Bogotá, Colombia. *Endocrinol y Nutr [Internet].* 2015;62(9):437–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.endonu.2015.05.011>
100. Pierlot R, Cuevas-Romero E, Rodríguez-Antolín J, Méndez-Hernández P, Martínez-

Gómez M. Prevalencia De Síndrome Metabólico En Niños Y Adolescentes De América. *TIP RevEspCiencQuímBiol* [Internet]. 2017;20(1):40–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recqb.2016.11.004>

101. Delgado Floody P, Caamaño Navarrete F, Guzmán Guzmán IP, Jerez Mayorga D, Ramírez-Campillo R, Campos Jara C, et al. Levels of obesity, fasting glycemia and physical condition in chilean students. *Nutr Hosp*. 2015;31(6):2445–50.
102. Reyes Sepeda JI, García-Jiménez E, Gutiérrez-Sereno JJ, Galeana-Hernández MC, Gutiérrez-Saucedo MEL. Prevalencia de obesidad infantil relacionada con hábitos alimenticios y actividad física Prevalence of childhood obesity in the medical specialties unit related to diet habits and physical activity. *Rev Sanid Milit Mex* [Internet]. 2016;70:87–94. Available from: www.nietoeditores.com.mx
103. Caamaño Navarrete F, Delgado Floody P, Jerez Mayorga D, Osorio Poblete A. Bajos niveles de rendimiento físico, VO2 máx y elevada prevalencia de obesidad en escolares de 9 a 14 años de edad. *Nutr Hosp* [Internet]. 2016;33(5):1045–51. Available from: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1302>
104. Aparco Balboa JP, Bautista-Olórtegui W, Astete-Robilliard L, Pillaca J. Assessment of the nutritional status, physical activity, and eating habits of schoolchildren in Cercado de Lima. *Rev Peru Med Exp Salud Publica*. 2016;33(4):633–9.
105. Machado K, Gil P, Ramos I, Pírez C. Sobrepeso/obesidad en niños en edad escolar y sus factores de riesgo. *Arch Pediatr Urug*. 2018;89(Suplemento 1):16–25.
106. Ford ES, Merritt RK, Heath GW, Powell KE, Washburn RA, Kriska A, et al. Physical activity behaviors in lower and higher socioeconomic status populations. *Am J Epidemiol*. 1991;133(12):1246–56.
107. McMurray RG, Harrell JS, Deng S, Bradley CB, Cox LM, Bangdiwala SI. The influence of physical activity, socioeconomic status, and ethnicity on the weight status of adolescents. *Obes Res*. 2000;8(2):130–9.
108. Bustamante A, Seabra AF, Garganta RM, Maia JA. Efectos de la actividad física y del

nivel socioeconómico en el sobrepeso y obesidad de escolares, Lima Este 2005. Rev Peru Med Exp Salud Publica. 2007;24(2):121–8.

109. Estabrooks PA, Lee RE, Gyurcsik NC. Resources for physical activity participation: Does availability and accessibility differ by neighborhood socioeconomic status? Ann Behav Med. 2003;25(2):100–4.
110. Beltrán Carrillo VJ, Sierra AC, Jiménez Loaisa A, González-Cutre D, Martínez Galindo C, Cervelló E. Diferencias según género en el tiempo empleado por adolescentes en actividad sedentaria y actividad física en diferentes segmentos horarios del día. Retos Nuevas Tendencias en Educ Física, Deport y Recreación [Internet]. 2017;31:3–7. Available from: www.retos.org
111. Carrillo Cubides R, Aldana Alarcón LG, Gutiérrez Galvis AR. Differences in physical activity and in physical condition between school age students of two public curriculum programs in bogota, colombia. Nutr Hosp. 2015;32(5):2228–34.
112. Prieto-Benavides DH, Correa-Bautista JE, Ramírez-Vélez R. Physical activity levels, physical fitness and screen time among children and adolescents from bogotá, Colombia. Nutr Hosp. 2015;32(5):2184–92.
113. Arriscado D, Muros JJ, Zabala M, María Dalmau J. Hábitos de práctica física en escolares: Factores influyentes y relaciones con la condición física. Nutr Hosp. 2015;31(3):1232–9.
114. Zurita-Ortega F, Ubago-Jiménez JL, Puertas-Molero P, González-Valero G, Castro-Sánchez M, Chacón-Cuberos R. Niveles de actividad física en alumnado de Educación Primaria de la provincia de Granada. / Physical activity levels of Primary Education students in Granada. Retos Nuevas Perspect Educ Física, Deport y Recreación [Internet]. 2018;34:218–21. Available from: <http://ezproxy.library.ubc.ca/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=130832498&site=ehost-live&scope=site>
115. Cossio-Bolaños MA, Viveros-Flores A, Castillo-Retamal M, Vargas-Vitoria R, Gatica P, Gómez-Campos R. Patrones de actividad física en adolescentes en función del sexo,

edad cronológica y biológica. *Nutr Clin y Diet Hosp*. 2015;35(2):41–7.

116. Pinel Martínez C, Chacón Cuberos R, Castro Sánchez M, Espejo Garcés T, Zurita Ortega F, Pérez Cortés A. Diferencias de género en relación con el Índice de Masa Corporal, calidad de la dieta y actividades sedentarias en niños de 10 a 12 años. *Retos Nuevas Perspect Educ Física, Deport y Recreación* [Internet]. 2017;31:176–80. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5841367%0Ahttp://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=sph&AN=122027133&site=ehost-live>
117. Pate RR, Wang CY, Dowda M, Farrell SW, O'Neill JR. Cardiorespiratory fitness levels among US youth 12 to 19 years of age: Findings from the 1999-2002 national health and nutrition examination survey. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2006;160(10):1005–12.
118. Muros JJ, Cofre-Bolados C, Salvador-Pérez S, Castro-Sánchez M, Valdivia-Moral P, Pérez-Cortés AJ. Relación Entre Nivel De Actividad Física Y Composición Corporal En Escolares De Santiago (Chile). *J Sport Heal Res* [Internet]. 2016;8(1):65–74. Available from: http://www.journalshr.com/papers/Vol 8_N 1/V08_1_6.pdf
119. Orgilés M, Sanz I, Piqueras JA, Espada JP. Diferencias en los hábitos de alimentación y ejercicio físico en una muestra de preadolescentes en función de su categoría ponderal. *Nutr Hosp*. 2014;30(2):306–13.
120. Ortega FB, Ruiz JR, Castillo MJ. Actividad física, condición física y sobrepeso en niños y adolescentes: Evidencia procedente de estudios epidemiológicos. *Endocrinol y Nutr* [Internet]. 2013;60(8):458–69. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.endonu.2012.10.006>
121. Muros JJ, Cofre-Bolados C, Zurita-Ortega F, Castro-Sánchez M, Chacón-Cuberos R, Linares-Manrique M. Relationship between physical fitness, physical activity, and different anthropometric parameters in school children in Santiago (Chile). *Nutr Hosp*. 2016;33(2):314–8.
122. Gálvez Casas A, Rodríguez García PL, Rosa Guillamón A, García-Canto E, Pérez

- Soto JJ, Tárraga Marcos ML, et al. Nivel de condición física y su relación con el estatus de peso corporal en escolares. *Nutr Hosp*. 2015;31(1):393–400.
123. Guillamón Rosa A, García-Canto E, Rodríguez García PL, Pérez Soto JJ, Tárraga Marcos ML, Tárraga López PJ. Physical activity, physical fitness and nutritional status in schoolchildren from 8 to 12 years. *Nutr Hosp* [Internet]. 2017;34(6):1292–8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29280642>
 124. Miller JZ, Slemenda CW, Meaney FJ, Reister TK, Hui S, Johnston CC. The relationship of bone mineral density and anthropometric variables in healthy male and female children. *Bone Miner*. 1991;14(2):137–52.
 125. Silva CC, Goldberg TBL, Teixeira AS, Dalmas JC. A predictive analysis from bone mineral density among eutrophic Brazilian male adolescents. *Arq Bras Endocrinol Metabol*. 2006;50(1):105–13.
 126. Shih R, Wang Z, Heo M, Wang W, Heymsfield SB. Lower limb skeletal muscle mass: Development of dual-energy X-ray absorptiometry prediction model. *J Appl Physiol*. 2000;89(4):1380–6.
 127. Elia M, Fuller NJ, Hardingham CR, Graves M, Screatton N, Dixon AK, et al. Modeling leg sections by bioelectrical impedance analysis, dual-energy X-ray absorptiometry, and anthropometry: assessing segmental muscle volume using magnetic resonance imaging as a reference. *Ann N Y Acad Sci*. 2006;904(1):298–305.
 128. Poortmans JR, Boisseau N, Moraine JJ, Moreno-Reyes R, Goldman S. Estimation of total-body skeletal muscle mass in children and adolescents. *Med Sci Sports Exerc*. 2005;37(2):316–22.
 129. Quiterio AL, Carnero EA, Silva AM, Bright BC, Sardinha LB. Anthropometric models to predict appendicular lean soft tissue in adolescent athletes. *Med Sci Sports Exerc*. 2009;41(4):828–36.
 130. Hind K, Burrows M. Weight-bearing exercise and bone mineral accrual in children and adolescents: A review of controlled trials. *Bone*. 2007;40(1):14–27.

131. Nogueira RC, Weeks BK, Beck BR. An in-school exercise intervention to enhance bone and reduce fat in girls: The CAPO Kids trial. *Bone* [Internet]. 2014;68:92–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.bone.2014.08.006>
132. Suarez Cortina L, Moreno Villares JM, Martnez Surez V, Aranceta Bartrina J, Dalmau Serra J, Gil Hernndez A, et al. Ingesta de calcio y densidad mineral sea en una poblacin de escolares espaoles (estudio CADO). *An Pediatr*. 2011;74(1):3–9.
133. Fuchs RK, Bauer JJ, Snow CM. Jumping improves hip and lumbar spine bone mass in prepubescent children: A randomized controlled trial. *J Bone Miner Res*. 2001;16(1):148–56.
134. Petit MA, Mckay HA, Mackelvie KJ, Heinonen A, Khan KM, Beck TJ. A Randomized School-Based Jumping Intervention Confers Site and Maturity-Specific Benefits on Bone Structural Properties in Girls: A Hip Structural Analysis Study. *J Bone Miner Res*. 2002;17(3):363–72.

ANEXOS

Anexo 1. Consentimiento y asentimiento informado de participación en investigación

FORMATO DE CONSENTIMIENTO Y ASENTIMIENTO INFORMADO PARA LA PARTICIPACIÓN EN INVESTIGACIONES

El estudio denominado: “**ACTIVIDAD FÍSICA E INGESTA DE CALCIO RESPECTO SALUD ÓSEA EN ESCOLARES ENTRE 8 - 16 AÑOS DEL SUROCCIDENTE COLOMBIANO**”, traerá grandes beneficios para el conocimiento del estado nutricional y de salud ósea de su hij@ y para los escolares cartagüeños en general, para tal fin, solicitamos el diligenciamiento de este documento:

Investigación: Actividad física e ingesta de calcio respecto salud ósea en escolares. estudio multicéntrico

Ciudad y fecha: _____

Yo (Nombre del acudiente): _____

una vez informado sobre los propósitos, objetivos, procedimientos de evaluación que se llevarán a cabo en esta investigación y los posibles riesgos que se puedan generar de ella, autorizo a, estudiantes de la maestría en Actividad Física y Deporte de la Universidad Autónoma de Manizales, para la realización de la evaluación de mi hijo

llevando a cabo los siguientes procedimientos, según el instrumento de evaluación a mí explicado:

1. Recolección de datos sociodemográficos como por ejemplo edad, sexo, nivel escolar, estrato entre otros.
2. Diligenciamiento preguntas sobre Actividad Física como por ejemplo tiempo de práctica y frecuencia de práctica.
3. Medición de:



Altura	Altura	Peso	Longitud	Diámetro
Vertical	Sentado		del antebrazo	del fémur

4. Diligenciamiento de preguntas sobre su ingesta alimentaria en los últimos 3 días.

Adicionalmente se me informó que:

La participación de mi hij@ en esta investigación es completamente libre y voluntaria, y está en libertad de retirarse de ella en cualquier momento.

No recibiremos beneficios personales de ninguna clase por la participación en este proyecto de investigación. Sin embargo, se espera que los resultados obtenidos permitan mejorar los procesos de evaluación de la salud mineral ósea en los niños.

Toda la información obtenida y los resultados de la investigación serán tratados confidencialmente. Esta información será archivada en papel y medio electrónico. El archivo del estudio se guardará en la Universidad Autónoma de Manizales bajo la responsabilidad de los investigadores.

Puesto que toda la información en este proyecto de investigación es llevada al anonimato, los resultados personales no pueden estar disponibles para terceras personas. El principal riesgo que puede correr durante este estudio es una caída, para lo cual se tomarán todos los cuidados preventivos del caso.

Hago constar que el presente documento ha sido leído y entendido por mí en su integridad de manera libre y espontanea.

Firma padre o acudiente

Cedula de ciudadanía No. _____ de _____

Firma del Estudiante _____

* Aprobado por el Comité de Bioética de la UAM:

Por favor diligenciar datos personales del escolar: (Si desconoce alguna información no la diligencie, es importante registrar teléfono de contacto)

Nombre _____ **del** _____ **niñ@-**
adolescente: _____

Apellidos _____

Edad _____ **(años):** _____ **Fecha** _____ **de**
nacimiento _____

Sexo: M _____ F _____ **Grado que cursa actualmente** _____

Dirección _____

Barrio _____

Estrato _____

Comuna _____

Teléfono _____

ANTECEDENTES CLINICOS:

¿Ha sufrido alguna fractura? SI _____ NO _____

Si la respuesta es afirmativa indique la parte del cuerpo donde se presentó la fractura:

¿Consume Medicamentos? SI _____ NO _____

Si la respuesta es afirmativa diga el nombre del medicamento o medicamentos_____

Anexo 2. Instrumento de recolección de información

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Nombre _____ del _____ niñ@-
adolescente: _____
Apellidos _____

Edad _____ (años): _____ Fecha _____ de
nacimiento _____
Sexo: M _____ F _____ Grado que cursa actualmente _____
Dirección _____
Barrio _____
Estrato _____
Comuna _____
Teléfono _____

ANTECEDENTES CLINICOS:

¿Ha sufrido alguna fractura? SI _____ NO _____

Si la respuesta es afirmativa indique la parte del cuerpo donde se presentó la fractura:

¿Consume Medicamentos? SI _____ NO _____

Si la respuesta es afirmativa diga el nombre del medicamento o
medicamentos _____

¿Consume suplementos nutricionales? SI _____ NO _____

Si la respuesta es afirmativa diga el nombre del medicamento o medicamentos_____

EVALUACIÓN NIVELES DE ACTIVIDAD FÍSICA (PAQ-C)

Nombre:_____ **Institución**_____

Edad:_____

1. La actividad física en su tiempo libre: ¿ha hecho usted cualquiera de las siguientes actividades en los últimos 7 días (la semana pasada)? ¿Si la respuesta es sí, cuántas veces? (Marque sólo un círculo por fila).

Actividad	Nunca	1-2 veces	3-4 veces	5-6 veces	7 veces o mas
Saltar la cuerda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Patinaje en línea	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jugar tenis	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Caminar como ejercicio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Montar bicicleta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saltar o correr	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hacer aeróbicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nadar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jugar béisbol o softball	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bailar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ping Pong	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Patinar en monopatín	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jugar futbol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Jugar voleibol					
Jugar basquetbol					
Artes Marciales (karate, taekwondo)					
Otros					

2. En los últimos 7 días, durante las clases de educación física (EF), ¿con qué frecuencia estuviste muy activo (jugando fuerte, corriendo, saltando, lanzando)? (Marque uno sólo.)

NO hago EF _____ Casi nunca _____ Algunas veces _____

A menudo _____ Siempre _____

3. En los últimos 7 días, ¿qué hiciste la mayor parte del tiempo de recreo? (Marque uno sólo.)

Sentarse (hablando, leyendo, haciendo trabajos escolares) _____ Mantenerse parado o caminado por los alrededores _____ Correr o jugar un poco _____ Correr o jugar bastante _____ Correr o jugar fuerte mucho tiempo _____

4. En los últimos 7 días, inmediatamente después de la escuela, ¿Cuántas veces hiciste deportes, bailó, o jugó en juegos en los que usted fue muy activo? (Marque uno sólo.)

Ninguno _____ 1 vez en la última semana _____ 2 o 3 veces en la última semana _____

4 veces en la última semana _____ 5 veces o más en la última semana _____

5. En los últimos 7 días, en las tardes ¿cuántas veces hiciste deportes, bailó, o jugó en juegos en los que fue muy activo? (Marque uno sólo.)

Ninguno _____ 1 vez en la última semana _____ 2 o 3 veces en la última semana _____

4 a 5 veces en la última semana _____ 6 a 7 veces en la última semana _____

6. ¿El último fin de semana, ¿cuántas veces hiciste deportes, bailó, o jugó en juegos en los que fue muy activos? (Marque uno sólo.)

Ninguno _____ 1 vez _____ 2 o 3 veces _____ 4 a 5 veces _____ 6 o más veces _____

7. ¿Cuál de las siguientes frases es la mejor descripción para los últimos 7 días? Leer todas las cinco opciones antes de tomar una decisión sobre la respuesta que lo describe a usted.

- a. Toda o la mayor parte de mi tiempo libre se dedicó a hacer actividades que suponen poco esfuerzo físico.
- b. A veces (1 o 2 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre (por ejemplo, jugué deportes, fui a nadar, monté bicicleta, hice ejercicios aeróbicos).
- c. A menudo (3 a 4 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.
- d. Bastante a menudo (5 a 6 veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.
- e. Muy a menudo (7 o más veces la semana pasada) hice actividades físicas en mi tiempo libre.

8. Marque la frecuencia con que hizo la actividad física (como practicar deportes, juegos, bailar, o cualquier otra actividad física) por cada día de la semana pasada.

Día de la semana	Ninguno	Un poco	Normal	Frecuente	Muy frecuente
Lunes					
Martes					
Miércoles					
Jueves					
Viernes					
Sábado					
Domingo					

9. ¿Estuvo usted enfermo la semana pasada, o algo le impidió hacer sus actividades físicas normales? (Marque uno).

Si_____ No_____ En caso afirmativo, ¿qué le impidió? _____

EVALUACIÓN ANTROPOMETRICA

Nombre:_____Institución:_____

Edad:_____

Peso: _____ Talla: Toma1:_____ Toma 2:_____ IMC:_____

Altura vertical: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

Altura sentada: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

APVH _____

Longitud del antebrazo derecho: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

Longitud del antebrazo izquierdo: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

Diámetro del fémur: Toma 1 _____ Toma 2: _____ media: _____

DMO:

Anexo 3. Tablas complementarias.

Comparativo entre el estrato socioeconómico y el nivel de actividad física

Nivel de actividad física dicotómica	Estrato Socioeconómico						Total
	1	2	3	4	5	6	
Inactivo	32	50	86	19	2	1	190
	65,3%	66,7%	56,2%	44,2%	28,6%	25,0%	57,4%
Activo	17	25	67	24	5	3	141
	34,7%	33,3%	43,8%	55,8%	71,4%	75,0%	42,6%
Total	49	75	153	43	7	4	331
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Ji cuadrado = 11,142; p = 0,049

Comparativo entre el tipo de institución educativa y el nivel de actividad física

Nivel de actividad física dicotómica	Tipo de institución educativa		Total
	Oficial	Privado	
Inactivo	124	66	190
	58,5%	55,5%	57,4%
Activo	88	53	141
	41,5%	44,5%	42,6%
Total	212	119	331
	100,0%	100,0%	100,0%

Ji cuadrado = 0,286; p = 0,593

Comparativo entre el sexo y el nivel de actividad física dicotómica en la muestra de escolares cartagüesños

Nivel de actividad física dicotómica	Sexo		Total
	Masculino	Femenino	
Inactivo	81 49,1%	109 65,7%	190 57,4%
Activo	84 50,9%	57 34,3%	141 42,6%
Total	165 100,0%	166 100,0%	331 100,0%

Ji cuadrado = 9,294; p = 0,002

Comparativo por comuna y el nivel de actividad física en la muestra de escolares

Nivel de actividad física dicotómica	Comuna							Total
	1	2	3	4	5	6	7	
Inactivo	20 71,4%	26 68,4%	22 55,0%	19 46,3%	13 76,5%	28 45,9%	62 58,5%	190 57,4%
Activo	8 28,6%	12 31,6%	18 45,0%	22 53,7%	4 23,5%	33 54,1%	44 41,5%	141 42,6%
Total	28 100,0%	38 100,0%	40 100,0%	41 100,0%	17 100,0%	61 100,0%	106 100,0%	331 100,0%

Ji cuadrado = 12,164; p = 0,058

Comparativo entre el grado académico actual y el nivel de actividad física dicotómica en la muestra de escolares cartagüenses

Nivel de actividad física dicotómica	Grado académico actual									Total
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Inactivo	22 51,2%	20 58,8%	18 58,1%	24 51,1%	22 56,4%	24 48,0%	18 69,2%	25 65,8%	17 73,9%	190 57,4%
Activo	21 48,8%	14 41,2%	13 41,9%	23 48,9%	17 43,6%	26 52,0%	8 30,8%	13 34,2%	6 26,1%	141 42,6%
Total	43 100,0 %	34 100,0 %	31 100,0 %	47 100,0 %	39 100,0 %	50 100,0 %	26 100,0 %	38 100,0 %	23 100,0 %	331 100,0 %

Ji cuadrado = 8,459; p = 0,390

Comparativo entre la edad y el nivel de actividad física en la muestra de escolares

Nivel de actividad física dicotómica	Edad (años)									Total
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Inactivo	17 44,7%	23 62,2%	23 62,2%	19 52,8%	18 51,4%	18 48,6%	20 54,1%	24 63,2%	28 77,8%	190 57,4%
Activo	21 55,3%	14 37,8%	14 37,8%	17 47,2%	17 48,6%	19 51,4%	17 45,9%	14 36,8%	8 22,2%	141 42,6%
Total	38 100,0 %	37 100,0 %	37 100,0 %	36 100,0 %	35 100,0 %	37 100,0 %	37 100,0 %	38 100,0 %	36 100,0 %	331 100,0 %

Ji cuadrado = 11,960; p = 0,153